
SHOUT
SHARE
IT

16/8/78

STORE

LS 831 A

OME 101 **1964** Numéro 1

24 APRIL

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818

et reconnue comme établissement d'utilité publique

par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

ACTES

Hôtel des Sociétés Savantes

71, Rue du Loup

BORDEAUX

TOME 101 1964 No 1

ACTES de la SOCIÉTÉ LINNÉENNE de BORDEAUX

Flores et climats post-glaciaires en Gironde

par

Marie-Madeleine PAQUEREAU

Docteur ès - Sciences

Chargée de Recherches au C.N.R.S.

Ouvrage publié avec le concours du C. N. R. S

24 APR 1970

INTRODUCTION

L'étude paléo-climatique d'une grande région naturelle constitue un sujet de recherche passionnant et riche d'enseignement, sur l'intérêt duquel il n'est pas besoin d'insister. De telles études systématiques, reposant sur d'assez nombreux diagrammes pour permettre des résultats sûrs, sont grandement souhaitables si l'on veut parvenir à une connaissance plus complète et plus juste des phases climatiques quaternaires en France.

Le Bassin Aquitain constitue une région naturelle, une unité géologique, géographique et climatique particulièrement bien définie. L'étude palynologique et paléo-climatique de cette région est activement poursuivie au Laboratoire de Préhistoire de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Le présent ouvrage constitue seulement une partie de ce vaste travail. Amorcé dès 1954 sur les conseils du regretté Professeur MALVESIN-FABRE par l'étude des tourbes littorales de Gironde, ce travail a été poursuivi au Laboratoire de Préhistoire dirigé par M. le Professeur BORDES, à qui je suis heureuse d'exprimer ici ma gratitude pour l'intérêt et l'aide matérielle qu'il apporta à la poursuite de ces recherches.

Au cours de plusieurs années de prospection à la fin de l'hiver et au début du printemps, alors que les tempêtes et les marées d'équinoxe avaient désensablé la côte au maximum, l'exploration du littoral m'a permis de repérer de nombreux affleurements et des stratigraphies complètes.

Certains de ces affleurements côtiers avaient été décrits dès 1917 par WELSH dans un article paru dans l'Anthropologie et consacré aux lignites du littoral de l'Ouest de la France [218]. Il y fait également allusion à plusieurs reprises dans ses commentaires de la feuille géologique de Lesparre au 80.000° [214-215-217], dans une étude des terrains de revêtement du Médoc, M. FABRE apportait des précisions quant à la situation et à la stratigraphie de ces niveaux [75].

Sur la base des indications données par ces auteurs, j'ai pu repérer les affleurements décrits et en observer de nouveaux. Ainsi ont pu être étudiées et suivies de façon continue des séries stratigraphiques complètes de tourbes et d'anciens sols quaternaires, de la Pointe de Grave au sud du Bassin d'Arcachon, à la limite du département des Landes.

La presque totalité de ces gisements ne sont accessibles que par des sentes et des routes forestières. J'ai été efficacement aidée et guidée à ce point de vue par les agents des Eaux et Forêts des différents districts et je tiens à remercier ici M. le Conservateur des Eaux et Forêts et MM. les Ingénieurs principaux qui m'ont toujours donné avec bienveillance l'appui et les permissions nécessaires

Les nombreux échantillons provenant des séries littorales ont été complétés par des prélèvements et des sondages dans les marécages de l'intérieur, en particulier les marais situés en arrière du cordon dunaire et les grands marais des environs de Bordeaux.

L'étude de cet abondant matériel a permis d'établir de nombreux diagrammes. Ceux relatifs aux marécages de la zone intérieure donnent des séquences complètes et des profils polliniques continus pour l'ensemble du Post-glaciaire. Ces séries nous ont servi de base pour la zonation climatique régionale et la datation des horizons littoraux.

Du point de vue palynologique, deux études seulement avaient été publiées, dès 1938, par le Professeur DUBOIS et Mme DUBOIS, [47] relativement aux tourbes du littoral du Pyla et de Biarritz. Depuis, plus rien n'avait été fait dans cette région et l'on ne savait à peu près rien de précis sur la succession des flores et des climats au cours du Quaternaire dans le Sud-Ouest de la France.

Je me suis attachée dans ce travail à tenter de reconstituer pour la Gironde, à la lumière des analyses palynologiques, les phases climatiques, la succession des flores, l'évolution des principaux ensembles floristico-géographiques, au cours du Post-glaciaire.

Les résultats obtenus apportent quelques éléments utilisables en vue de la résolution d'importants problèmes tels que l'origine de notre flore locale, les zones de refuges des Thermophiles pendant les temps glaciaires, la datation de phénomènes géologiques locaux.

Dans l'élaboration de ce travail, des concours de différentes sortes sont venus m'apporter une aide précieuse. Tout d'abord, je remercie vivement le Centre

National de la Recherche Scientifique qui m'accorda l'aide matérielle nécessaire pour mener à bien mes nombreuses campagnes de prospection. C'est également une subvention de cet organisme qui a permis d'assurer l'illustration de cet ouvrage. Que Monsieur le Directeur du Centre National de la Recherche Scientifique et les Membres de la Commission de Géologie trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Pour l'exposé de ce travail, j'ai adopté le plan suivant :

Première partie : Généralités

- *Méthodes et techniques*
- *Les grands traits de la structure géologique*
- *Principaux caractères de la flore actuelle*

Deuxième partie : Analyses palynologiques

- *Grands marais du Bordelais*
- *Bas-Médoc*
- *Haut-Médoc*
- *Région des étangs*

Troisième partie : L'évolution floristique et climatique

- *Les phases climatiques en Gironde*
- *Comportement des principaux genres et espèces*
- *Evolution des groupes floristico-géographiques*
- *Conclusions*

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

MÉTHODES ET TECHNIQUES

PRELEVEMENTS SUR LE TERRAIN

Dans cette étape du travail, la technique tend essentiellement à éviter les contaminations soit par les pollens actuels, soit d'une couche à l'autre. On cherche à s'entourer du maximum de sécurité, permettant d'avoir la certitude que les pollens et les spores rencontrés dans un niveau sont bien contemporains de celui-ci.

Tout le matériel utilisé sur le terrain doit donc être parfaitement propre et nettoyé à fond entre chaque prélèvement.

En affleurement, les prélèvements sont effectués après avoir soigneusement rafraîchi les couches sur une épaisseur de plusieurs centimètres (10 cm).

Après essai de plusieurs méthodes, nous nous sommes fixée pour les prélèvements sur coupes ou en affleurements à la technique consistant à enfoncer dans la couche, tous les 10 cm et parallèlement à l'inclinaison de celle-ci, des tubes métalliques qui s'emplissent de sédiments. Bouchés hermétiquement, ils sont placés dans des enveloppes en matière plastique.

Il est bien entendu que chaque échantillon doit être étiqueté immédiatement, au moins répertorié par un chiffre ou une lettre permettant de le situer exactement.

Chaque fois que cela a été possible, lorsque les couches sont assez épaisses et se laissent assez facilement traverser, la sonde de Hiller a été utilisée pour effectuer des prélèvements systématiques. Dans ce cas, chaque carotte de sondage est fragmentée immédiatement en tronçons de 5 ou 10 cm et chacun est placé dans un tube ou un flacon en matière plastique hermétiquement bouché.

Dans les marécages tourbeux la même technique à la sonde de Hiller a été uniquement utilisée.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

Les tourbes vraies ont été traitées par la méthode de DUBOIS par ébullition pendant 10 à 15 minutes dans une solution alcaline (KOH ou NaOH à 10 %) et par l'acétolyse-chloration de ERDTMAN. Cette dernière méthode donne un résidu pollinique plus concentré et s'est révélée très utile dans le cas de certaines tourbes littorales assez pauvres en spores et pollens.

Les sols sablo-tourbeux ou argileux ont été traités par la méthode classique à l'acide fluorhydrique, puis par l'acétolyse-chloration.

Dans le cas de sédiments très riches en sable, les grains grossiers ont pu être éliminés par brassages dans l'eau distillée, dans des tubes. Après un repos de quelques secondes, les éléments grossiers sédimentent rapidement. On décante le liquide surnageant contenant les spores, les pollens et les matériaux fins. Ces derniers sont ensuite traités par l'acide fluorhydrique. Cette technique (DELCOURT, MULLENDERS, PIERART 1959) [34] m'a rendu service souvent dans le cas de sols sablo-tourbeux.

Dans quelques cas assez rares, de tourbes très riches en substances humiques ou lignitiformes, la macération de SCHULZE ou l'eau oxygénée ont été utilisées avec succès.

Dans tous les cas, avant de pratiquer l'acétolyse-chloration, il est nécessaire d'examiner quelques préparations sur lames du sédiment en cours de traitement, afin de vérifier la possibilité de pollution par les pollens actuels. Cette précaution est indispensable, les pollens actuels étant indifférenciables des fossiles après l'acétolyse-chloration.

MONTAGE DES PREPARATIONS

Le résidu sporo-pollinique des traitements précédents a été monté entre lame et lamelle en préparations permanentes. Le milieu de montage utilisé en général est la gélatine glycérinée colorée ou non par la fuschine. Les préparations sont lutées avec un vernis à séchage rapide.

DETERMINATIONS

Les déterminations ont été faites à un grossissement suffisant : 500 à 600 x. Pour les cas particulièrement délicats l'emploi de l'objectif à immersion s'impose.

Les déterminations utilisées dans ce travail ont été faites à l'aide des collections de référence du Laboratoire de Préhistoire de Bordeaux. Nous nous sommes également reportée, d'une manière générale, aux ouvrages systématiques de : ERDTMAN (1943-1952-1957) BERTSCH (1942), POTONIE (1951), THOMSON et PFLUG (1953), HYDE et ADAMS (1958).

Certaines déterminations ont été poussées jusqu'à l'espèce. Les déterminations spécifiques s'avèrent de plus en plus nécessaires en Palynologie, surtout dans le domaine de nos plaines tempérées où les facteurs climatiques classiques dans l'Europe du Nord et du Nord-Ouest se révèlent moins instructifs. On peut alors faire appel, avec plus de profits, à l'évolution de certains groupes floristiques. Mais ici dans beaucoup de cas, il faut parvenir à la détermination spécifique. Il en est de même d'ailleurs pour les conclusions écologiques. Je citerai ici une phrase souvent répétée par le regretté Professeur MALVESIN-FABRE : "On ne peut parvenir à des conclusions paléo-climatiques et écologiques précises, que par la détermination des espèces, qui seules présentent des exigences écologiques et climatiques précises."

Sans vouloir généraliser ces déterminations, ce qui dans beaucoup de cas se révèle peu "rentable", nous nous sommes attachée à cette précision dans certains cas particulièrement riches de signification ici.

Ces déterminations ont nécessité des recherches approfondies et l'établissement de critères spécifiques. Les résultats obtenus dans ce domaine feront l'objet d'une autre publication consacrée à des travaux purement systématiques.

En ce qui concerne la détermination des espèces dans les genres *Erica* et *Quercus,* nous nous sommes référée aux études publiées par : MALVESIN-FABRE (1953 et 1956) [139-138bis], PAQUEREAU (1959) [158], OLDFIELD (1959) [149], VAN CAMPO et ELHAI (1956) [196bis], PLANCHAIS (1962) [170bis] et pour les pollens du genre *Pinus* aux travaux de VAN CAMPO (1950) [195] et AYTUG (1960 et 1962) [2-3].

Dans l'établissement des diagrammes, les pollens de Corylus et de Salix sont comptés à part, mais s'ajoutent aux autres essences arbustives pour former le groupe A.P. (arboreal pollens).

Parmi les herbacées, les Cryptogames vasculaires sont comptées à part et pour 100 pollens d'arbres, avec les autres essences herbacées, elles forment le groupe N.A.P. (non arboreal pollens).

Dans les diagrammes et les coupes relatifs aux affleurements littoraux, les niveaux sont numérotés de bas en haut (échantillon 0 à la base) à l'inverse des sondages où les chiffres donnent la profondeur des échantillons étudiés.

LES GRANDS TRAITS DE LA STRUCTURE GÉOLOGIQUE

Il nous a paru indispensable de rappeler les caractères généraux de la structure géologique de la région étudiée, à la fois pour permettre de mieux situer dans leur cadre nos recherches paléo-botaniques et pour éclairer certaines notions auxquelles il sera fait appel dans ce travail et dans ses conclusions.

LE SOCLE ANCIEN

Dans le Médoc le socle ancien est rencontré par les forages entre 1400 et 1800 m. (1450 m forages de Jau et du Verdon, 1800 m forages de Carcans et de Lamarque). Plus au Sud, au Porge, un forage atteint 2694 m dans le Trias sans rencontrer le socle ancien. D'après M. ENJALBERT, on peut penser que la structure rencontrée dans la région poitevine se prolonge vers le Sud-Ouest jusqu'en Médoc. Dans la région poitevine, le socle, brisé par des accidents anciens de direction armoricaine, s'abaisse vers le Sud suivant un système en marches d'escalier jusqu'en Médoc, mais sans atteindre de grandes profondeurs. En outre, dans cette dernière région, les accidents qui affectent le socle semblent prendre la direction pyrénéenne Est-Ouest.

Le Nord-Est et le Sud-Est du Bassin Aquitain présentent un système de hauts fonds et de cuvettes. Par contre, vers l'Ouest et le Sud-Ouest, le socle n'est en général rencontré qu'à de très grandes profondeurs.

La position du socle est mal connue dans le secteur atlantique. On signale de Carcans à Labourd des épaisseurs de sédiments de 3000 ou 4000 m au niveau du Crétacé ou du Jurassique supérieur sans déceler la proximité du socle ancien.

M. ENJALBERT [68] donne une précision intéressante : "D'après certaines données apportées par la géophysique et les résultats des forages de la S.N.P.A., il se pourrait que dans le secteur de Mimizan le socle soit à une profondeur moindre que plus au Nord dans la cuvette de Parentis et d'Arcachon, ou plus au Sud dans la région d'intensité diapirique des pays de l'Adour. Ainsi la cuvette

du Sud-Ouest serait moins ouverte vers l'Atlantique qu'on ne le pensait. Le haut fond de Mimizan ferait figure d'île au milieu de régions basses. "

La fin du Primaire est marquée par une érosion intense dans le Bassin Aquitain.

LES TERRAINS SECONDAIRES

Au cours de la période liasique la région, ainsi que la plus grande partie du Bassin Aquitain, sont envahies par les transgressions marines.

Pendant le Jurassique, il faut noter l'existence de zones de subsidence dans la région d'Arcachon et de Parentis et de hauts fonds à Mimizan. Puis les mers jurassiques se retirent sauf dans les régions de Parentis et de Lacq. Le golfe de Parentis est occupé par la mer pendant tout de Crétacé inférieur. La transgression cénomanienne s'étend vers le Bordelais, les Charentes et le Périgord. La cuvette du Bordelais se creuse au Sénonien, le Crétacé du Bordelais révèle une épaisseur de sédiments de 800 à 900 m. Il atteindrait peut-être 1500 m dans la région d'Arcachon.

LES TERRAINS TERTIAIRES

Des phases d'altération caractérisent essentiellement l'Eocène inférieur. Dans le Bordelais et le Blayais, le sidérolithique éluvial se présente sous des formations de transport importantes. Des problèmes se posent quant à la possibilité du passage latéral du sidérolithique aux molasses et aux calcaires des séries éocènes et oligocènes. Elle semble démontrée dans la région de Blaye et les confins bordelais du Nord-Est. Mais d'une manière générale, il y a de nombreuses preuves de la superposition de la molasse au sidérolithique. M. ENJALBERT indique : "De nombreuses preuves de la superposition générale de la molasse au sidérolithique sont données par les sondages pétroliers et l'étude des minéraux lourds. La molasse est une formation détritique d'origine pyrénéenne tandis que le sidérolithique doit être considéré soit comme une formation éluviale restée en place, soit comme un terrain de transport issu du Massif Central et entraînant dans son mouvement de descente vers le Bordelais ou la Gascogne l'éluvium limousin et périgourdin. Si l'on admet cette distinction, il va de soi que l'âge des deux formations est différent : la molasse est postérieure au sidérolithique, les terrains de transport, qui constituent la part la plus récente de ce dernier, sont descendus du Limousin vers le Sud-Ouest au Lutétien ; alors le système des pentes constitué du Nord au Sud rendait possible ce mouvement ; plus tard (Bartonien) après la surrection des Pyrénées, c'est en faveur de la molasse pyrénéenne qu'ont joué les dénivellations s'organisant du Sud au Nord. "

A la fin de l'Eocène, d'importants changements prennent place. Le sillon sous-pyrénéen disparaît sous l'effet du soulèvement qui se poursuit dans les

Pyrénées centrales et orientales. Dans le même temps la cuvette du Bordelais et de l'Albigeois s'accentue.

D'importantes séries sédimentaires commencent à s'édifier dans le centre du Bassin Aquitain dès le début de l'Oligocène. Au Stampien, ce bassin sédimentaire s'élargit vers l'Ouest. Plus spécialement en Gironde au Sannoisien (début de l'Oligocène) une transgression marine dépose des sédiments bien suivis par les forages dans la cuvette de Bordeaux (calcaire à Anomies du Médoc, affleurements des environs de Vertheuil).

La transgression stampienne plus marquée atteint dans le département le Blayais, le Libournais et l'Entre-Deux-Mers. Ces importants dépôts calcaires jouent un grand rôle dans la morphologie du Bordelais central.

L'Aquitanien (troisième transgression marine) n'est représenté que par des buttes résiduelles en Bordelais, dont certaines sont célèbres (Ste Croix-du-Mont et Sauternes).

Seule la riche faune littorale des environs de Bordeaux (Léognan) rend compte de la transgression burdigalienne.

En Bordelais seules les zones occidentales sont atteintes par la transgression de l'Helvétien, quelques affleurements de faluns en sont les témoins.

Si les séries Oligocènes et Miocènes sont très minces en Bordelais, elles deviennent plus épaisses dans la région du Bassin d'Arcachon.

Dans le Bordelais central, les calcaires marins du Stampien (Entre-Deux-Mers) forment une grande plateforme. L'alternance des molasses et des calcaires caractérise la bordure orientale : calcaires lacustres de St-Sernin, de Castillon et de Monbazillac, passant aux molasses du même âge.

L'extrême fin du Tertiaire est représentée par des formations détritiques en Bordelais qui peuvent peut-être être parallélisées, d'après M. ENJALBERT, avec celles du piedmont pyrénéen. Un important témoin désigné sous le nom de nappe de l'Entre-Deux-Mers se présente à l'est de la Garonne. De bonne coupes sont observables à Floirac près de Bordeaux.

Signalons que d'après M. ENJALBERT : "Nous n'avons pas en Bordelais des terrains de transport qui puissent être assimilés aux sables fauves aturiens. Ceux-ci peuvent être suivis à travers les landes méridionales jusqu'à Salles-Mios sur l'Eyre mais ils n'apparaissent pas en Médoc. Or, il ne fait pas de doute qu'autour de Salles-Mios, en particulier vers Facture, la nappe des graviers de l'Entre-Deux-Mers recouvre les sables fauves. Comme d'autre part elle passe à la formation de remaniement littoral que constituent les sables verts, on peut considérer qu'elle appartient au même système d'épandage Ponto-Pliocène que les argiles à galets aturiennes. "

Sur la côte médocaine, la nappe de l'Entre-Deux-Mers apparaît à la Pinasse et au Gurp, en falaises taillées par la mer. Notons la découverte au Gurp d'une mâchoire d'Elephas meridionalis. Le fossile représente une espèce archaïque du Pliocène final contemporaine de la fin de la mise en place de la nappe de l'Entre Deux-Mers.

D'autres gisements d'argiles à lignites sont signalés en Gironde à Cestas et à Gazinet. Un gisement plus important existe à Hosteins au Sud de Bordeaux. Les lignites de Cestas et Gazinet, comme ceux du Gurp semblent d'origine allochtone formés à peu près exclusivement de bois flottés. Hostens représente un dépôt autochtone.

Le niveau du Gurp représente comme ceux d'Hostens une formation marginale de la nappe détritique. La nappe de l'Entre-Deux-Mers peut s'inscrire entre ces deux gisements. Les sables éoliens recouvrent presque partout cette formation.

Deux lambeaux seulement de la nappe Ponto-Pliocène existent sur la rive droite de la Garonne-Gironde : celui de l'Entre-Deux-Mers et celui du Bourgeais-Blayais, reposant tous les deux sur les calcaires stampiens. On peut rapporter à cette nappe les buttes du Grand-Jard, Lapouyade, Laruscade, St-Mariens St-Savin.

Ces différents sols girondins offrent à la culture des possibilités différentes. Ces faits sont bien résumés par M. ENJALBERT en ces termes : "Dans le Bordelais les graves des vieilles nappes alluviales et des glacis alluviaux ou des terrasses qui les relaient jusqu'aux lisières des terres basses ne donnent que des sols pauvres. Sur les croupes où le drainage est satisfaisant la vigne peut les valoriser mais les secteurs très plats restent incultes.

Au Nord de la Dordogne on retrouve dans les confins bordelais des terroirs de graves et de sables qui par la Double et le Petit Angoumois, se raccordent au Périgord noir d'une part et au Bois Saintongeais d'autre part.

Font exception dans cette gamme de sols pauvres ceux des côteaux molassiques ou des tables calcaires du Bordelais central. L'Entre-Deux-Mers et les côtes de Dordogne pourraient avoir de ce fait des cultures riches et variées, mais la vigne les a conquis si bien qu'en Gironde on sent moins qu'ailleurs les différences de fertilité des sols. "

La fin du Tertiaire est marquée par des faits importants. Des mouvements orogéniques se traduisent essentiellement dans le Sud-Ouest par un mouvement de bascule du Sud au Nord entraînant la position actuelle de la vallée de la Garonne.

Corrélativement une nette régression marine entraîne une reprise de l'érosion à l'embouchure de la Gironde. Le creusement du fleuve a atteint le zéro actuel au début du Pleistocène. Le dépôt des argiles de Bruges semble se situer à cette période.

La mise en place du nouveau réseau hydrographique soulève quelques problèmes d'interprétation. Pour M. ENJALBERT, il faut retenir surtout deux éléments essentiels du modelé : les glacis alluviaux et les cuvettes d'évidement en roche tendre. Les premiers peuvent se rencontrer sur la Garonne à Agen et à Bordeaux, les seconds dans le Bordelais au Nord des côtes de Dordogne.

LE PLEISTOCENE

Des témoins de l'époque glaciaire apparaissent sous forme de limons et de loess entre Moissac et Agen, les environs de Bordeaux, la Réole, Bourg-sur-Gironde.

L'origine et la mise en place de l'important dépôt que constitue le "sable des Landes" posent de nombreuses questions dont beaucoup ne sont pas encore résolues. Tous les auteurs se rapportent au seul fossile connu en rapport avec cette formation : l'Elephas primigenius trouvé à Magescq sous le sable des Landes et considèrent ce dépôt comme du Quaternaire récent.

FABRE, dans son ouvrage consacré aux terrains de revêtement du Médoc [75], réserve un chapitre au sable des Landes. Pour lui ce dépôt éolien est bien défini en Médoc. C'est : "essentiellement un produit d'érosion des alluvions anciennes et principalement de la nappe alluviale externe". Il est, pour cet auteur, antérieur à la formation des dunes anciennes et modernes. La mise en place de ce dépôt semble relativement récente, il appartiendrait au Quaternaire moderne. Pour FABRE, il représente l'équivalent continental des dépôts marins de comblement du Quaternaire moderne. Ce dépôt est précédé par une longue période d'érosion démantelant les nappes alluviales internes et externes. En outre, en Médoc, les sables des Landes portent des vestiges d'habitats néolithiques. La présence d'Elephas primigenius sous les sables éoliens à Magescq, jointe aux observations précédentes incitent la plupart des auteurs à situer au Mésolithique la formation du sable des Landes. Le sable des Landes forme en Médoc des dunes fluviatiles et des dunes littorales dites dunes primaires ou anciennes.

FABRE résume les faits de la façon suivante, pour le Médoc : "Pendant le Quaternaire moyen la partie supérieure des alluvions anciennes de la nappe alluviale externe a formé dans la partie occidentale du Médoc un vaste bassin ouvert à l'Ouest, dont les bordures sont à une quinzaine de mètres d'altitude à Hourtin au Nord et à Biganos au Sud. La région des étangs occupe l'emplacement de la partie Nord du Bassin continental.

Au Quaternaire moderne, le sable provenant de la destruction des couches sableuses de la nappe alluviale externe, transporté par les cours d'eau, repris par le vent et rejeté par la mer, a comblé ce bassin avec une épaisseur de sable qui passe de 6 m à Carcans à 20 m à Andernos.

Il s'est formé ensuite un nouveau réseau hydrographique consistant en bassins secondaires débouchant en mer par des estuaires largement ouverts et bordés par du sable accumulé en dunes fluviatiles et maritimes.

L'accumulation de ces dunes dans la région de Talaris a eu pour résultat l'individualisation de deux bassins, celui de Hourtin, au Nord et celui de Lacanau, au Sud.

Les dunes primaires ont dû constituer des cordons littoraux qui ont permis la formation de dépôts argileux dans les estuaires et de tourbes dans les marécages de la bordure continentale.

Dans leur progression, les dunes primaires ont rejeté cette zone marécageuse vers l'Est, jusqu'à l'emplacement qu'elle occupe actuellement dans la région de Talaris.....

Ce n'est qu'après la production de ces différents ordres de phénomènes que se produisit le peuplement du littoral du Médoc par des groupements humains appartenant sinon au Mésolithique du moins au Néolithique ancien. "

Il semble bien que si les vues de FABRE se révèlent justes en ce qui concerne le Médoc à la lumière des analyses palynologiques comme nous le verrons, le problème du sable des Landes ne semble pas résolu pour l'ensemble de cette formation et dans l'ensemble du Bassin Aquitain.

FABRE distingue en Médoc deux nappes d'alluvions anciennes : la nappe alluviale interne et la nappe alluviale externe.

La nappe alluviale externe comprend deux nappes N et n. La nappe N repose sur l'Helvétien supérieur, son âge n'est précisé par aucun fossile. FABRE considère comme possible de situer son début au Miocène supérieur. Son sommet est représenté par l'argile du Gurp. La présence à la surface de cette argile d'Elephas meridionalis appartenant d'après Harlé, Deperet, Sthelin et Mayet au Pleistocène ancien (Villafranchien) permet de rapporter l'ensemble de cette nappe au Pliocène.

La nappe n, moins développée, comprend les terrasses de Martignas et de Donissan ainsi que les croupes caillouteuses de Gradignan, Pessac, Mérignac et Caudéran. Rappelons qu'à Martignas ont été trouvées deux molaires d'Elephas antiquus. Il semble donc logique de situer la nappe n au Quaternaire ancien.

FABRE définit la nappe alluviale interne comme : "formee par les plaines alluviales successives édifiées par un fleuve qui creusait son lit en déplaçant son cours. " Cet auteur distingue quatre phases de Bordeaux à l'estuaire, au cours desquelles se sont édifiées les terrasses de : Bordeaux, Margaux, Listrac, Pauillac et St-Julien, St-Estèphe, St-Seurin, Bruges, Lamarque. Valeyrac et Bégadan, Queyrac et St-Vivien. Les communes de Jau et de Talais sont situées sur des îlots d'alluvions anciennes entourés des alluvions de la plaine maritime moderne. Ces îlots sont rattachés également par FABRE à la nappe alluviale interne.

Dans la zone intérieure, les terrains flandriens ou alluvions modernes sont constitués par des marais et des terres basses.

WELSH, le premier a avoir fait une étude complète de ces alluvions, y distingue : des terrains de "palus", argile à Scrobicularia plana, comblant les anciennes anses du Bas-Médoc, les terrains de "mattes", alluvions fluvio-marines, consolidés pendant la période historique, les terrains de "sarretière", alluvions vaseuses en voie de consolidation, les alluvions lacustres des marais d'eau douce, marécageux ou tourbeux.

On distingue parmi les terrains de "palus" ceux formés par la consolidation des vases marines, "le bri", et ceux essentiellement tourbeux. Ces terrains occupent en Bas-Médoc les marais de St-Bonnet et de St-Ciers en bordure de l'estuaire, la cuvette d'Ambès et le long de la Garonne et de la Dordogne jusqu'à Rions et Branne. Ces marais sont en étroite relation avec des séries de dunes coquillières le long du littoral du Bas-Médoc.

Des séries de sondages ont été effectuées dans ces importantes zones de marécages. Elles sont étudiées plus loin du point de vue palynologique.

Dans la zone médocaine citons le vaste golfe de Jau colmaté par les vases marines. Ces terrains du Bas-Médoc, transformés en polders au XIXme siècle, forment un marais desséché. Les mattes modernes sont soudées aux marais salants de Soulac et aux grands marais desséchés de St-Vivien et de Lesparre, creusés par l'érosion pré-flandrienne, colmatés ensuite au Flandrien. Les argiles marines ont remblayé le bas-pays, en même temps des tourbes se déposaient dans les anses au débouché des petits ruisseaux. Les marais argileux furent transformés en polders par des ingénieurs hollandais au XVIIIme siècle. Les marais tourbeux se prolongent au Sud de Vensac par les marais du Gua, à l'Ouest en arrière des dunes côtières ce sont les marais de la Perge.

En Haut-Médoc, on rencontre les zones marécageuses de By, Bégadan et Ordonnac, ressemblant à celles de Lesparre et de St-Vivien, puis les dépôts argileux de St-Estèphe, les marais de Château-Lafitte, Pauillac, Beychevelle, Arcins et Cantenac.

Sur la rive droite, les terres basses s'étendent de Blaye à Mortagne. Elles sont réduites à une étroite bande marécageuse en face du Blayais. Au-delà, elles s'étendent dans la région d'Ambès formant trois grands marais séparés par la Garonne et la Dordogne : marais de Bordeaux-Ludon, de Montferrand et de Cubzac.

La rareté ou l'absence de documents précis ne permettent pas de dater avec précision les différentes étapes du remblaiement flandrien en Gironde. Rappelons la présence d'armes de bronze sous 4 m de limon alluvial dans la vallée du Ciron et de deux haches polies dans la région de la Jalle de Saint-Médard.

A Marcamps, le remplissage de la grotte de Pair-non-Pair est bien daté (ossements, dessins, outillage) de l'Aurignacien et du début du Magdalénien. Un limon éolien siliceux termine ce remplissage et tapisse tout le versant, passant sous les tourbes flandriennes au pied du côteau. L'ensemble du système de colmatage paraît donc post-Magdalénien.

De nombreux auteurs admettent que la transgression flandrienne, après une phase de repos à l'âge des métaux et à l'époque gallo-romaine, a marqué une nouvelle avancée au début du Moyen-Age. Ces derniers dépôts correspondent au Dunkerquien, fin du Flandrien. Après cette dernière phase positive, certains arguments permettent de repérer une légère phase négative post-médiévale.

Peut-on faire coïncider la transgression Dunkerquienne avec la phase finale du remblaiement des grands marais maritimes et la régression de la fin du Moyen-Age avec l'accumulation des sables dunaires modernes ?

Nous verrons quels éléments de datation du Quaternaire moderne apportent les analyses polliniques en Gironde.



PRINCIPAUX CARACTÈRES DE LA FLORE ACTUELLE

Ce chapitre a uniquement pour but de présenter ou de rappeler aux lecteurs l'essentiel du cadre floristique actuel.

La Gironde se situe dans le domaine atlantique de FLAHAUT (secteur a, aquitanien) et nous ne saurions mieux résumer les caractères climatiques de la Gironde qu'en citant certaines phrases de cet auteur empruntées à son introduction à la Flore de France de l'Abbé COSTE (27bis) : "Le Sud-Ouest de la France compris d'une part entre les Pyrénées et les massifs granitiques de Vendée, du Limousin et de l'Auvergne, de l'autre entre les Cévennes, la Montagne Noire, les Corbières et le golfe de Gascogne, constitue un véritable pays, une région tout à fait naturelle... il appartient aux climats généraux de l'Europe centrale malgré sa latitude qui est celle de la Provence. Plus que tout autre pays voisin de l'Océan, l'Aquitaine, est soumise aux vents humides et tièdes de l'Atlantique. Ces vents s'engouffrent ici dans des plaines que bordent, de Bayonne à la Rochelle, un rivage bas et des landes incapables d'opposer une résistance aux courants humides. Ils créent ainsi au loin, sur de vastes surfaces et d'une façon à peu près constante, un régime météorologique tempéré humide et pluvieux..."

Ces caractères dominent toute la végétation et lui impriment le cachet septentrional de la zone moyenne et forestière de l'Europe (J.A. GUILLAUD).

La flore girondine d'après le catalogue des plantes vasculaires de JEAN-JEAN [119] comprend 1640 espèces, réparties de la façon suivante du point de vue taxonomique :

Cryptogames vasculaires : 30 espèces

Lycopodiacées 1 - Equisétacées 6 - Isoétacées 2 - Ophioglossacées 2 - Osmundacées 1 - Polypodiacées 15 - Marsiliacées 1 - Salviniacées 1, plus une espèce d'origine américaine *(Azolla filiculoides Lamk.)*.

Phanérogames

Gymnospermes : 5 espèces

Gnétacées 1 *(Ephedra distachya)* – Cupressacées 1 – Abiétacées 3.

Angiospermes

Monocotylédones : 390

Typhacées 3 – Sparganiacées 3 – Graminacées 149 – Cypéracées 71 – Juncaginacées 3 – Alismacées 6 – Butomacées 1 – Hydrocharidacées 3 – Potamogétonacées 22 – Naïadacées 2 – Lemnacées 5 – Aracées 1 – Joncacées 24 – Liliacées 41 – Amaryllidacées 7 – Iridacées 6 – Dioscoréacées 1 – Orchidacées 42.

Dicotylédones : 1208

Bétulacées 5 – Fagacées 9 – Myricacées 1 – Juglandacées 1 – Salicacées 13 – Moracées 1 – Ulmacées 4 – Urticacées 4 – Cannabacées 1 – Santalacées 2 – Loranthacées 1 – Polygonacées 23 – Chénopodiacées 30 – Amarantacées 7 – Phytolaccacées 1 (originaire d'Amérique du Nord) – Euphorbiacées 26 – Buxacées 1 – Callitrichacées 6 – Platanacées 3 – Aristolochiacées 2 – Rafflésiacées 1 – Thymélacées 4 – Lauracées 1 – Portulacacées 4 – Caryophyllacées 67 – Papavéracées 7 – Renonculacées 48 – Berbéridacées 1 – Nymphéacées 2 – Cératophyllacées 2 – Fumariacées 6 – Crucifères 82 – Résédacées 4 – Cistacées 9 – Tamaricacées 1 – Frankéniacées 1 – Elatinacées 2 – Droséracées 3 – Violacées 7 – Hypéricacées 13 – Crassulacées 12 – Saxifragacées 7 – Rosacées 68 – Légumineuses 126 – Lythracées 3 – Punicacées 1 – Oenothéracées 13 – Halorrhagidacées 4 – Hippuridacées 1 – Malvacées 9 – Tiliacées 2 (1 plantée, T. platyphyllos et 1 parfois spontanée *T. cordata*) – Linacées 8 – Oxalidacées 3 – Géraniacées 11 – Zygophyllacées 1 – Rutacées 2 – Polygalacées 4 – Anacardiacées 1 – Acéracées 6 (dont 5 plantées) – Hippocastanacées 2 (plantées) – Aquifoliacées 1 – Célastracées 1 – Coriariacées 1 – Rhamnacées 3 – Vitacées 1 (cultivée) – Cornacées 2 – Araliacées 1 – Ombellifères 64 – Pirolacées 1 – Ericacées 10 – Primulacées 14 – Plombaginacées 5 – Convolvulacées 4 – Cuscutacées 3 – Borraginacées 26 – Solanacées 13 – Scrofulariacées 59 – Orobanchacées 10 – Utriculariacées 6 – Verbénacées 2 – Labiés 57 – Globulariacées 1 – Plantaginacées 9 – Gentianacées 10 – Menyanthacées 2 – Apocynacées 2 – Asclépiadacées 1 – Oléacées 7 – Rubiacées 19 – Caprifoliacées 9 – Valérianacées 11 – Dipsacées 6 – Cucurbitacées 2 – Campanulacées 12 – Lobéliacées 2 – Composées 161.

Nous dirons d'abord quelques mots du très important peuplement forestier, si caractéristique, qui couvre les dunes modernes et les dunes anciennes.

Les forêts des dunes modernes créées pendant les XVIIme et XVIIIme siècles par Brémontier et ses émules, présentent comme élément essentiel le Pin maritime. Le sous-bois monotone, assez pauvre et de composition peu variée est composé surtout par : *Sarothamnus scoparius, Ulex Europaeus, Erica scoparia, Cistus salviaefolius,* parfois *Calluna vulgaris, Carex arenaria, Agrostis alba,*

Solidago, Aira canescens, Polypodium vulgare... Sur les dunes, on trouve *Psamma arenaria, Carex arenaria, Convolvulus soldanella, Agropyrum junceum, Eryngium maritimum...*

L'aspect, parfois plus varié que l'on ne pense, de cet immense ensemble forestier, est fort bien évoqué par Pierre BUFFAULT dans son histoire des dunes de Gascogne [19] : "Ces dunes modernes boisées présentent des paysages divers malgré leur apparente monotonie. Au nord, les dunes du Verdon portent du côté ouest la forêt domaniale dite de Soulac. Au-delà de la petite station de l'Amélie s'étendent les lèdes de Grayan, Vensac et Vendays avec quelques rares dunes fixées, lèdes (1) en voie de boisement progressif du fait de la nature ou de l'Homme et bordées sur la côte par une suite de petites dunes blanches. La forêt de Vendays la continue au sud. Puis c'est la forêt du Flamand. Ensuite se présente, entre les étangs ou marais et la mer, le bloc des forêts domaniales d'Hourtin, de Carcans et de Lacanau, appuyées à l'est sur quelques restes de vieilles forêts de montagnes (2) échappées à l'ensablement. De la rive orientale de l'étang de Carcans-Hourtin, le paysage est saisissant dans sa simplicité grandiose. La nappe d'eau s'étend à perte de vue vers le sud : au nord, où s'aperçoivent les hangars du centre Ecole d'aviation, elles se continuent par des marais hérissés de roseaux. Au-delà d'une bonne lieue d'eau, règne la chaîne ondulée des dunes. Les Pins la revêtent d'un vert sombre. Elle plonge dans l'étang par une pente rapide que marque par place des taches de sable blanc. La forêt continue ainsi longtemps sur les sommets et les fonds, sur les pentes douces de l'ouest et sur les versants rapides de l'est. Dans certaines parties d'Hourtin et de Carcans, le terrain est très accidenté surtout près de l'étang. De profonds vallons succèdent des dunes élevées, des versants prennent des allures de précipices. De distance en distance, les garde-feu rectilignes, se gauchissant à la rencontre de pentes prises en écharpe, ouvrent des échappées de vue intéressantes sur le massif boisé, parfois sur l'Océan d'un côté, sur l'étang et la lande de l'autre."

Dans les forêts des dunes anciennes, au Pin maritime dominant s'ajoutent de nombreuses espèces. La forêt varie suivant les différences de latitude, cependant peu importantes le long du littoral atlantique, et les différences minéralogiques des sables dunaires. D'une manière générale, en Gironde, on rencontre toutes les espèces de Chênes, le Houx, l'Arbousier, l'Epine noire, l'Epine blanche, le Poirier sauvage et, dans le sous-bois, le Ciste à feuilles de Sauge, la Bourdaine, le Fusain...

En certains points, on observe des variations locales assez caractéristiques. Dans le nord du littoral, près du Verdon, on trouve le Chêne vert en forte proportion. Pierre BUFFAULT le considère dans cette forêt comme spontané et prolongeant ici sa station de Saintonge. Il s'y ajoute le Chêne pédonculé et le Chêne Tauzin, reliques des anciennes forêts primitives dont nous parlerons plus loin.

1. Lède : nom désignant les dépressions inter-dunaires. P. BUFFAULT lui donne pour origine le gaulois "ledo" : reflux.
2. Montagne : terme local synonyme de dune ancienne boisée.

Dans les "lèdes" de cette même région, la flore est également variée, la couche sableuse de revêtement y est mince au-dessus de l'ancien sol fertile grâce à son origine alluviale. Les principaux types rencontrés sont : le Pin maritime, le Chêne, le Peuplier noir, l'Orme, restes d'anciens boisements locaux. Il s'y ajoute les espèces cultivées d'introduction relativement récente, telles que le Robinier et l'Ailante. Le sous-bois comporte : *Daphne cnidium, Lonicera periclymenum, Lonicera caprifolium, Hedera Helix, Ligustrum vulgare, Sarothamnus scoparius, Osyris alba, Ephedra distachya, Ilex aquifolium* (assez rare), *Ruscus aculeatus, Cornus sanguinea, Prunus spinosus, Crataegus monogyna.*

Vers le Sud, le Chêne vert se rencontre aux environs d'Arcachon.

Le Chêne Tauzin est en général assez rare. Le Chêne pédonculé est abondant surtout autour du Bassin d'Arcachon, en particulier à la Teste et à Biscarosse. Il est parfois mélangé au Chêne pubescens sur les dunes à l'embouchure de la Gironde (GUINIER).

Le Chêne liège, abondant dans les Landes, remonte le long du littoral jusqu'à Contis qui semble marquer la limite de son aire naturelle. Les individus rencontrés dans les Pays de Buch et de Born ne sont pas considérés comme spontanés.

Nous allons maintenant résumer dans un tableau la répartition actuelle en Gironde des essences arbustives et sous-arbustives ainsi que celle de certaines espèces herbacées particulièrement intéressantes, appartenant aux groupes méditerranéen, méditerranéen-atlantique, ibéro-atlantique, ibéro-aquitain, circumboréal et arctique.

Dans ce tableau, seules sont signalées les espèces actuellement spontanées en Gironde. Les espèces plantées ne sont pas indiquées. Parmi ces dernières il faut faire une place à part à Pinus pinaster qui, bien que planté sur une aire très vaste (dunes modernes et landes) doit être considéré comme spontané en Gironde, comme nous le verrons plus loin d'après les documents palynologiques.

La division du département en quatre zones, adoptée par JEAN-JEAN dans l'ouvrage déjà cité, a été conservée dans ce tableau de répartition.

- Zone I : région du littoral atlantique.
- Zone II : région des landes girondines.
- Zone III : région Nord-Est.
- Zone IV : centre du département.

TABLEAU DE REPARTITION

	I	II	III	IV
Betula verrucosa		AC		
Betula pubescens	R			R
Alnus glutinosa	C	C	C	C
Carpinus Betulus	+	+	+	+
Corylus Avellana	AC	AC	AC	AC
Fagus silvatica				AR
Quercus suber	+			+
Quercus Ilex	AR			AR
Quercus Toza		C		C
Quercus lanuginosa				+
Quercus sessiliflora				+
Quercus pedunculata		C	C	
Populus Tremula	çà et là	PC	çà et là	çà et là
Juniperus communis	+	+	+	+
Pinus pinaster	C	C	çà et là	çà et là
Acer campestre	C	C	C	C
Ilex aquifolium	C	C	C	C
Evonymus Europaeus,	C	C	C	C
Tilia cordata				parfois spontané
Salix cinerea	CC	CC	CC	CC
Salix caprea				RR
Salix purpurea	+			+
Salix triandra				+
Salix fragilis				+
Salix alba	CC	CC	CC	CC
Myrica Gale	AC	AC	AC	AC
Clematis vitalba	çà et là	R	R	C
Dorycnium suffruticosum				R - RR
Prunus Mahaleb				R

	I	II	III	IV
Aphyllanthes Monspeliensis				RR
Coriaria myrtifolia				AR
Rhamnus cathartica				AC
Rhamnus Frangula	C	C	C	C
Rhamnus Alaternus	+			+
Cornus mas		RR		RR
Cornus sanguinea	C	C	C	C
Crataegus oxyacantha	R			R
Crataegus monogyna	CC	CC	CC	CC
Amelanchier rotundifolia				AC
Phillyrea latifolia				R
Rhus coriaria				R
Ruscus aculeatus	C	C	C	C
Osyris alba	R	R	R	R
Hedera Helix	CC	CC	CC	CC
Sambucus ebulus	C	C	C	C
Sambucus nigra	C	C	C	C
Viburnum Opulus	PC	PC		PC
Viburnum Lantana	+	+		+
Ligustrum vulgare	C	C	C	C
Fraxinus excelsior (souvent planté)				AR
Lonicera periclymenium	C	C	C	C
Lonicera Xylosteum				C
Tamus communis	C	C	C	C
Erica Tetralix	C	C	C	C
E. ciliaris	C	C	C	C
E. Mediterranea				+
E. vagans				+
E. cinerea	CC	CC	CC	CC
E. scoparia	AC	AC	AC	AC
E. Lusitanica	+	+		
Arbutus Unedo	R			R

	I	II	III	IV
Dabaecia Cantabrica				RR
Spartium jeuceum	+			
Calluna vulgaris	CC	CC	CC	CC
Ulex Europaeus	C	C	C	C
Ulex nanus		PC		
Sarothamnus scoparius	C	C	C	C
Genista anglica	C	C	+	+
Genista pilosa	AR		AR	AR
Genista tinctoria		+	+	+
Cytisus supinus			RR	RR
Helianthemum guttatum	C			
H. ovatum				RR
H. nummularium	C	C	C	C
H. Appenninum			AR	AR
H. umbellatum	PC		PC	PC
H. alyssoides	C	C	C	C
Fumana procumbens				AR
F. coridifolia			R	R
Cistus salviaefolius	AC	AC		AC
Frankenia hirsuta	C			
Artemisia vulgaris	C	C	C	C
A. campestris			AR	AR
Drosera rotundifolia	AC	AC	AC	AC
Lycopodium inundatum	R		R	R
Polystichum spinulosum	AR	AR		AR
Ephedra distachya	C			
Parnassia palustris	AR	AR	AR	AR

QUELQUES ESPECES OU GROUPES D'ESPECES INTERESSANTES

Il est utile de mettre en évidence le développement relatif des composantes principales de la flore girondine actuelle. Dans certaines rubriques, quelques éléments particulièrement caractéristiques seront énumérés. Ainsi sera rendue possible une comparaison du point de vue qualitatif et quantitatif avec les flores fossiles décrites plus loin, permettant de mettre en lumière certains faits, d'aboutir à des conclusions et de soulever quelques hypothèses quant à l'origine et à l'évolution de notre flore locale.

Le groupe des Atlantiques et Subatlantiques représente une grande partie de notre flore actuelle.

Les espèces eurasiatiques, euro-sibériennes et steppiques sont également très bien développées.

A ce groupe appartiennent la majorité des Héliophiles aquatiques et semi-aquatiques peuplant les zones marécageuses et tourbeuses du département. Elles comprennent de très nombreuses Nymphéacées, Liliacées, Renonculacées... De même se rattachent à ce groupe les nombreuses Héliophiles formant la flore des sables dunaires et littoraux (Crucifères, Chénopodiacées, Urticacées...).

Les éléments de ces deux premiers groupes sont répandus dans l'ensemble du département et plus spécialement dans les zones I et II pour les Héliophiles.

Les espèces à caractères froids, d'origine circum-boréale ou boréo-arctique, sont moins abondantes : 3 %.

Ces espèces sont surtout bien représentées dans les zones I, II et IV, quelques-unes seulement sont présentes dans les quatre zones.

Le groupe des Thermophiles méditerranéennes, Méditerranéennes-atlantiques, Ibéro-atlantiques et Ibéro-aquitaines, représentent environ 22 % de la flore girondine.

Les Méditerranéennes vraies, pour la plupart calcicoles, sont localisées essentiellement en zone IV. Nous citerons dans ce cas *Phillyrea latifolia, Coriaria myrtifolia, Rhus coriaria, Aphyllanthes Monspeliensis, Fumana procumbens, Prunus Mahaleb, Dorycnum suffruticosum...*

Les Méditerranéennes-atlantiques sont surtout représentées en zone I, telles que : *Artubus Unedo, Helianthemum guttatum...* D'autres sont abondantes dans toute la région comme *Erica cinerea* et *E. scoparia*. Donc ce dernier groupe présente une localisation moins stricte que les Méditerranéennes vraies.

Les Ibéro-atlantiques et Ibéro-aquitaines sont assez développées en zone IV ou en zones I et II, parfois dans les trois zones I, II et IV comme : *Quercus Toza,* parfois exclusivement en zones I et II comme *Erica Lusitanica,* ou exclusivement en zone IV comme *Dabaecia Cantabrica, Erica Mediterranea* et *E. vagans.* Certaines cependant sont présentes dans toutes les zones telles *: Erica Tetralix* et *E. ciliaris, Helianthemum alyssoides.*

La flore girondine actuelle présente donc un grand fond d'espèces atlantiques et subatlantiques ainsi que d'espèces eurasiatiques et euro-sibériennes. A celle-ci s'ajoutent deux groupes accessoires, car beaucoup moins développés, le groupe des Boréales et Circum-boréales et celui des Thermophiles méditerranéennes au sens large et des Ibéro-atlantiques et Ibéro-aquitaines. Ces deux groupes présentent des localisations différentes en particulier le dernier est assez strictement localisé.

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

GRANDS MARAIS DU BORDELAIS

De nombreux sondages ont été effectués dans l'ensemble des marais du Bordelais. Cet ensemble comprend trois grands marécages tourbeux séparés par la Garonne et la Dordogne.

Ce sont : au Sud-Ouest les marais de Bordeaux et de Ludon, les plus vastes, les marais de Montferrand entre Garonne et Dordogne et au Nord-Est les marais de Cubzac (Fig. 1).

I. – MARAIS DE BORDEAUX-LUDON

Dans ces tourbières de zone basse, l'épaisseur de la tourbe est en moyenne de 6 à 8 m. Cette zone est traversée par les bras de la Jalle de Saint-Médard qui séparent les marais de Bordeaux de ceux de Ludon. Le fond des marécages est constitué par du sable des Landes et M. ENJALBERT décrit ainsi cette formation : "Ce gros ruisseau draine un large secteur du plateau landais. Aussi a-t-il apporté beaucoup de sable dans la région des terres basses ; il a également remanié les sables éoliens venus des Landes antérieurement à la remontée flandrienne et amoncelés en dunes entre les côteaux d'Eysines au sud et ceux de Blanquefort au nord. Cette masse sableuse s'avance vers l'est en direction de la Garonne, passe latéralement sous les tourbes des marais de Bordeaux et de Ludon et se prolonge le long des bras de la Jalle jusqu'à la Palue qui borde la Garonne."

Les séries palynologiques les plus complètes sont données par les diagrammes du secteur de Ludon où nous avons traversé 8 m de tourbe pure. Ces spectres polliniques intéressant l'ensemble du Post-glaciaire ont servi de base à notre zonation climatique locale. (Pl. I et II)

Les analyses relatives à ce secteur ont pu être complétées récemment (1963-1964) par des sondages et des échantillonnages effectués à la faveur des travaux d'aménagement du quartier nord de Bordeaux, grâce à l'obligeance de MM. les Ingénieurs de la ville de Bordeaux qui ont bien voulu nous faciliter l'accès des chantiers.

L'analyse des nombreux sondages permet de distinguer d'une manière générale six zones dans les diagrammes (les chiffres des pourcentages aux différents niveaux sont indiqués tous les 10 cm sur les diagrammes détaillés).

Ces zones se caractérisent comme suit :

Zone A : Le Pin sylvestre est dominant avec le Corylus, accompagnés parfois de quelques pourcentages de Sapin. Le Bouleau est assez peu développé. Certains feuillus thermophiles (Aulne, Chêne, parfois Hêtre) sont déjà rencontrés en faible quantité.

Les herbacées sont dominées par les Graminées et de nombreuses Héliophiles et espèces steppiques (Composées Artémisiées, Crucifères, Polygonacées, Chénopodiacées, *Plantago, Ephedra distachya*). Les Cryptogames vasculaires sont surtout représentées par Selaginella et Lycopodium.

Zone B : Cette zone est caractérisée par le développement rapide des feuillus aux dépens du Pin sylvestre. Les espèces thermophiles déjà présentes se multiplient, en particulier les Chênes auxquels viennent se joindre l'Orme, puis le Tilleul, d'abord sporadiquement, puis de façon constante. Rapidement, la Chênaie-mixte classique est constituée mais les Chênes y demeurent très dominants. *Quercus Toza* apparaît aux côtés de *Quercus pedunculata.* A la fin de cette zone, les éléments thermophiles essentiels de notre flore sont présents : Aulne, Hêtre, Chênaie-mixte souvent déjà bien développée et le Pin maritime encore sporadique dont les premiers pollens apparaissent au cours de cette phase. Le Noisetier n'est important qu'au début de cette zone ; il régresse très vite et se maintient avec d'assez faibles valeurs.

Parmi les herbacées, les Héliophiles sont largement supplantées par les Hygrophiles, aquatiques et semi-aquatiques (Phragmites, Cypéracées, Renunculacées, Nymphéacées, Iridacées, *Myriophyllum...).* On remarque l'apparition de quelques éléments méditerranéens-atlantiques et Ibéro-atlantiques en faibles pourcentages, ce sont surtout *Erica Tetralix, E. vagans, E. ciliaris, Dabaecia Cantabrica* et plus rares *Erica cinerea, E. scoparia* et parfois *E. Lusitanica.* Citons encore *Isoetes variabile* et *Hystrix.*

Les Cryptogames vasculaires très abondantes sont représentées essentiellement par Athyrium Filix-femina et Osmunda regalis.

Zone C : Dans cette zone, les Chênaies-mixtes sont bien développées. Si le Chêne reste l'élément dominant, l'Orme et le Tilleul sont assez bien développés

comparativement aux diagrammes de la région côtière. Le Pin sylvestre est en complète régression. Dans les Chênaies, on rencontre Quercus pedunculata et Quercus Toza auxquels vient s'ajouter Quercus Ilex, surtout à la fin de cette zone. Les autres feuillus restent stationnaires.

Dans la flore herbacée, les Hygrophiles régressent nettement devant les éléments méditerranéens-atlantiques, Ibéro-atlantiques et des nouveaux venus méditerranéens. Ce sont surtout des Ericales qui,, déjà présentes, se développent rapidement, surtout *Erica cinerea* et *E. scoparia,* il s'y ajoute *Arbutus Unedo.* En même temps, apparaissent des éléments à caractère xérothermique. Ils sont nombreux à la fin de cette zone et constituent tout un ensemble bien caractéristique : *Cistus, Helianthemum, Coriaria.* Ce groupe, auquel appartient également *Quercus Ilex,* confère à la fin de la zone C un caractère climatique chaud et sec favorisant ces essences.

Zone D : Dès le début de cette phase, la Chênaie-mixte atteint son maximum. Le Tilleul est en progression, favorisé par les conditions plus humides. L'Aulne également, mais ici il ne prend jamais de très grand développement.

Les essences atlantiques particulièrement à caractère hygrophile deviennent dominantes. Les herbacées méditerranéennes régressent notablement. Certains éléments méditerranéens-atlantiques et Ibéro-atlantiques se maintiennent parfois mais moins développés, ainsi *Erica Tetralix, E. Mediterranea* et *E. ciliaris,* favorisées dans les zones humides autour du marécage.

Dans la strate sous-arbustive, signalons de nombreux pollens *d'Evonymus Europaeus* et surtout de *Rhamnus Frangula,* ainsi que de *Myrica Gale.*

Les Cryptogames vasculaires des sous-bois tempérés et frais sont abondantes : *Athyrium Filix-femina, Osmunda regalis, Nephrodium, Aspidium, Polypodium...*

Peut-être est-il possible de distinguer une sous-zone D2 à la fin de cette phase, caractérisée par le développement de l'Aulne et du Pin maritime s'accompagnant d'une assez nette croissance des courbes du Noisetier, des Ericales, des Cryptogames vasculaires et des Héliophiles.

Zone E : Dans cette zone, les forêts mixtes Chênaie-Pin maritime-Aulne établies à la fin de la zone précédente, se maintiennent, présentant ces trois éléments en pourcentages à peu près égaux.

L'Orme et le Tilleul diminuent et disparaissent peu à peu.

Il en est de même pour le Hêtre.

Les essences méditerranéennes xérothermiques marquent une légère recrudescence dans cette zone.

Il faut noter dans ce groupe la raréfaction des pollens d'*Erica Mediterranea* et *Dabaecia Cantabrica.* Ils disparaissent peu à peu à la fin de cette phase et à la phase suivante, de même *Erica Lusitanica* qui n'est jamais très développée ici.

En outre, l'action de l'Homme se fait nettement sentir. On note en plusieurs points des faciès de déboisement avec croissance du Noisetier, des Cryptogames vasculaires et des Ericales, ainsi que l'apparition des premiers pollens de Plantains et de Céréales, témoins des premières cultures.

Zone F : Cette phase finale des diagrammes est marquée par le développement du déboisement et des cultures. Le Pin maritime se développe polliniquement, la représentation de son pollen très anémophile est facilitée par l'éclaircissement des forêts. En même temps, les faciès de Landes à Ericales et *Pteridium aquilinum* se multiplient. Les Héliophiles (Crucifères, Composées, Chénopodiacées, Plantains, etc.) sont abondantes, ainsi que les pollens de Céréales.

II. – MARAIS DE CUBZAC

En aval de Cubzac, rive droite, le marais tourbeux a été divisé par les coteaux calcaires de Marcamps. Les tourbes ont 6 m d'épaisseur dans le secteur central de la cuvette de Marcamps, seulement accessible en période de sécheresse. Il semble que les eaux marines n'ont jamais pénétré dans ce marais que le bourrelet de la Palue a toujours protégé contre les courants du flot et du jusant.

Dans ce secteur, les diagrammes polliniques commencent parfois seulement avec la zone B.

La zone A, quand elle est présente, offre les mêmes caractères que dans les diagrammes de Bordeaux-Ludon.

La zone B, dès la base, présente un développement plus marqué des feuillus thermophiles en particulier *Quercus pedunculata*, *Alnus* et plus accessoirement *Betula* et *Fagus*.

L'Orme et le Tilleul apparaissent également au cours de cette phase avec des pourcentages en général plus importants que dans le secteur précédent à la même phase.

Le Pin sylvestre est déjà en nette régression, le Noisetier relativement peu important. *Myrica Gale* et *Salix* sont parfois bien représentés.

Les herbacées sont assez riches en espèces hygrophiles. Les conditions devaient être assez humides comme dans toute la région, cependant il faut signaler ici l'apparition plus précoce et en plus grande quantité des pollens d'essences méditerranéennes-atlantiques, Ibéro-atlantiques *(Erica vagans, Erica ciliaris, Erica Tetralix, Erica cinerea, Erica scoparia, Dabaecia Cantabrica* et quelques *Arbutus Unedo)* et même méditerranéennes *(Cistus, Coriaria)*.

Le développement des feuillus se poursuit rapidement et caractérise la zone C. Le Pin sylvestre en complet recul est remplacé par les Chênaies-mixtes qui commencent à dominer les diagrammes. Elles atteignent leur maximum à la limite des zones C et D.

Les éléments méditerranéens déjà présents se développent beaucoup donnant à cette phase un caractère xérothermique bien marqué. Ce sont les genres *Coriaria*, *Rhus*, *Phillyrea*, *Cistus*, *Helianthemum*, *Fumana* et de très nombreuses Ericales (*Erica cinerea*, *E. scoparia*, *Arbutus Unedo* très abondant). Notons encore parmi les feuillus *Quercus Ilex* et *Quercus pubescens* assez abondants.

Le développement de ces essences caractérise les diagrammes de ce secteur de façon beaucoup plus marquée que dans les autres. Peut-être faut-il penser que les espèces xérothermiques trouvaient des conditions écologiques particulièrement favorables sur les coteaux calcaires ensoleillés du voisinage.

La zone D est, ici aussi, caractérisée essentiellement par le maximum des Chênaies-mixtes mais il faut noter le rôle important, comparativement aux autres secteurs, que jouent l'Orme et surtout le Tilleul dans ces ensembles.

Le Pin maritime, arrivé dès la zone B, se développe lentement. Vers la fin de cette phase, il augmente plus rapidement ainsi que l'Aulne, mais de façon moins importante que dans le secteur précédent. La sous-zone D2 est moins bien définie ici.

Cependant, ici encore, un faciès de déboisement avec croissance des courbes du Noisetier, des Cryptogames vasculaires et des Ericales se rencontre dans tous les sondages, à la fin de cette phase.

Les zones E et F présentent des caractères assez semblables à ceux des diagrammes du secteur précédent. Il faut remarquer cependant que l'Aulne n'est jamais très développé ni le Pin maritime, sauf tout à fait au sommet. Les forêts mixtes à Chênaies dominantes mélangées d'une faible proportion d'Aulne ou de Pin se maintiennent jusqu'au sommet des diagrammes. L'Orme, le Tilleul et le Hêtre ont disparu peu à peu dès la zone D.

De nombreux faciès de déboisement et des traces de cultures marquent ici encore ces phases terminales.

III. – MARAIS DE MONTFERRAND

Au nord de Bordeaux, la Garonne coule au pied des coteaux de l'Entre-Deux-Mers si bien que les marais tourbeux sont beaucoup plus vastes rive gauche que rive droite. Mais à Bassens, le coteau disparaît et un grand marais a pu se loger au nord de Montferrand, entre la Garonne et la Dordogne. Il s'agit là d'une construction flandrienne bien caractéristique ; les deux bourrelets alluviaux viennent s'appuyer l'un à l'autre au Bec d'Ambès et le marais tourbeux se loge dans le triangle ainsi constitué que ferment, au Sud-Est, les graves d'Ambès.

Les sondages de ce secteur traversent en général 5 à 6 m de tourbe. Les diagrammes commencent avec la zone B, parfois seulement avec la zone C.

La zone B présente les mêmes caractères généraux que dans les autres secteurs. Cependant, il faut noter le développement extrême des Hygrophiles et parfois de l'Aulne, indiquant des conditions locales très humides et des marécages inondés.

En zone C, les essences méditerranéennes sont présentes mais moins développées qu'ailleurs. Les feuillus sont bien représentés en particulier les Chênaies-mixtes à Chêne dominant. La fin de cette phase présente un caractère xérothermique localement moins marqué. Les Hygrophiles se maintiennent avec des pourcentages importants et parfois l'Aulne accompagne les Chênaies en forte proportion. Le Saule et *Myrica Gale* sont souvent, et ceci dès la zone B, extrêmement développés.

La zone D est également différente ici, le développement de l'Aulne parfois dominant masque celui des autres feuillus. On note également ici une phase de déboisement à la fin de cette zone.

Les zones terminales E et F sont également dominées par l'Aulne. On a souvent depuis la zone D des diagrammes diffus où les principaux feuillus sont représentés à tous les niveaux avec des pourcentages à peu près égaux. Parfois également l'Aulne est franchement dominant d'un bout à l'autre du diagramme. Vers le sommet des diagrammes, les phases de déboisement et les traces de cultures sont bien marquées. Il est possible que dans certains cas les déboisements, commencés dès la fin de la phase D, aient facilité le développement de l'Aulne, essence de lumière colonisant les zones vides ainsi créées.

Le développement des Hygrophiles dans l'ensemble des diagrammes ainsi que celui du Saule, du *Myrica Gale* et de l'Aulne, permettent de penser que cette région était occupée constamment par des marécages et qu'il y régnait, pendant l'ensemble du Post-glaciaire, des conditions locales extrêmement humides.

L'étude des diagrammes polliniques de ces différents secteurs du Bordelais a permis de distinguer, d'une manière générale, des zones climatiques caractéristiques.

La zone A, à la base des diagrammes les plus anciens, indique un climat nettement plus froid et plus continental que l'actuel, marqué par le développement du Pin sylvestre et des Héliophiles dont quelques-unes sont des espèces steppiques. Elle correspond au Préboréal et au début du Boréal.

Le développement rapide des feuillus caractérise la zone B, à caractère plus chaud et très humide, coïncidant avec la première moitié de la phase boréale.

Le développement des espèces méditerranéennes à caractère xérothermique, concurrençant les Hygrophiles, et la dominance des feuillus caractérisent la zone C à climat chaud et sec, phase xérothermique solidaire de la seconde moitié et surtout de la fin de la phase boréale.

La phase atlantique correspond à la zone D avec maximum des Chênaies-mixtes et retour de conditions plus humides ramenant le développement des Hygrophiles et des essences atlantiques. Il est parfois possible de distinguer une sous-zone D2 caractérisée par le développement plus marqué soit de l'Aulne, soit du Pin maritime, qui commencent à concurrencer les Chênaies-mixtes. En même temps, on observe d'une manière générale un faciès de déboisement avec croissance des courbes du Noisetier, des Cryptogames vasculaires, des Ericales et des Héliophiles.

La zone E est marquée par le maintien des forêts mixtes Chênaie-Pin maritime-Aulne apparues à la fin de la phase précédente. Ce type de forêt semble assez stable dans cette région où il se maintient souvent jusqu'à la période historique. Le développement des essences xérothermiques dans certains diagrammes à cette phase peut faire penser à l'existence d'un climat relativement plus sec qu'à la phase atlantique. En outre, au cours de la phase E, l'Orme, le Tilleul et le Hêtre diminuent et disparaissent peu à peu. Cette phase climatique correspond à la phase subboréale.

Dans l'ensemble de la région, les conditions de la zone E se maintiennent au cours de la phase terminale (zone F). L'action humaine est de plus en plus marquée par de nombreuses phases de déboisement et les traces des premières cultures : (développement des pollens de Plantain et de Céréales). Cet épisode final des diagrammes représente la phase subatlantique qui se termine avec la période historique.

Il faut signaler comme particulièrement remarquable dans l'ensemble des diagrammes du Bordelais :

- La présence d'éléments steppiques dans les niveaux inférieurs (Préboréal et début du Boréal), concurremment avec le grand développement du Pin sylvestre, espèce n'existant plus dans la région.

- L'apparition précoce, dès la première moitié du Boréal, d'essences méditerranéennes-atlantiques et ibéro-atlantiques donnant déjà un caractère local à la flore.

- Le développement précoce et rapide des feuillus thermophiles.

- La brièveté de la phase boréale du Noisetier, limitée au début du Boréal.

- Le développement des espèces méditerranéennes, en particulier des Méditerranéennes vraies à caractère xérothermique et le plus souvent calcicoles, au cours de la phase C, indiquant un climat chaud et sec dans la deuxième moitié et surtout la fin de la phase boréale. Dans cette phase xérothermique les Méditerranéennes de notre flore locale étaient plus développées et occupaient une aire de répartition sans doute plus vaste.

- L'existence, dans beaucoup de diagrammes, d'une phase finale de l'atlantique caractérisée par le développement de l'Aulne ou du Pin maritime au dépens des Chênaies, parallèlement à la présence d'un faciès précoce de déboisement dû à l'action de l'Homme.

Cet épisode semble, pour les diagrammes de ce secteur, un bon repère de la limite atlantique-subboréale. Les critères de cette limite utilisés dans les autres régions ne sont en effet pas utilisables ici.

- La disparition du Hêtre après l'Atlantique. La phase de la Hêtraie n'existe donc pas ici, comme d'ailleurs dans les diagrammes du Médoc.

- La légère recrudescence, dans certains diagrammes, des essences xérophiles, mais aussi ailleurs la persistance locale des aulnaies bien développées au Subboréal et au Subatlantique.

- La forte influence de l'intervention humaine (déboisement et cultures) dans les phases finales en relation avec les civilisations néolithiques et des âges des métaux.



BAS-MEDOC

A. – SOULAC

Sur le littoral atlantique, au nord de Soulac, les dunes récentes recouvrent les alluvions du quaternaire moderne. Celles-ci ont été décrites par de nombreux auteurs : LALANNE, ARTIGUE, DULIGNON-DESGRANGES [59-60], DESGRANGES-TOUZIN [33], SAINT-JOUR [181-182], BUFFAULT [17-19].

WELSH [215] décrit ainsi ce point du littoral : "On voit paraître, lorsque la mer est basse, une argile compacte, grise ou rougeâtre, surmontée souvent d'une assise de tourbe qui passe sous la dune littorale. L'argile est d'origine marine ; elle renferme : *Scrobicularia plana, Cardium edule, Littorina rudis*, etc. c'est l'argile à Scrobiculaires qui peut être néolithique ou actuelle, la tourbe à la surface est donc récente aussi. "

FABRE [75] dans son ouvrage de 1939 décrit les alluvions modernes formant dans le Bas-Médoc deux bassins : celui de Queyrac au sud et celui de Grayan-Soulac au nord ; la région de Soulac appartient donc à la bordure de la plaine maritime du Quaternaire moderne.

Nous avons effectué des prélèvements dans la couche de tourbe ligniteuse. Sa position stratigraphique nous a paru tout à fait conforme aux observations de ces auteurs [166]. Lorsque les marées ont suffisamment désensablé la côte, l'affleurement tourbeux apparaît au pied de la falaise dunaire, un peu au-dessous du niveau des hautes mers. Il contient des ossements et des vestiges d'industries humaines décrites par DULIGNON-DESGRANGES comme allant de l'époque romaine au Moyen-Age. Nous avons pu nous-mêmes en retirer quelques ossements de mammifères actuels, en particulier de cheval, et des fragments de silex taillés mélangés à des débris de poteries allant de l'âge des métaux aux premiers siècles de notre ère. Récemment M. FLIESS a soumis au Laboratoire de Préhistoire des trouvailles analogues provenant des environs de Soulac.

ANALYSE PALYNOLOGIQUE

Cette tourbe se présente sous l'aspect d'un sédiment de couleur très foncée, très dur et compact, très finement feuilleté. Extrêmement riche en substances humiques, elle donne après traitement par les alcalis une liqueur très foncée difficilement éliminable par centrifugation de façon complète. Il s'est révélé préférable d'utiliser au préalable la macération de SCHULZE, classique pour les lignites vrais.

Le contenu pollinique révèle :

- Essences arbustives : *Pinus* (P. pinaster) 30 % - *Alnus* 66 % - *Quercus* 3 % - *Betula* 1 % - *Corylus* 14 %.

- Essences herbacées : Graminées 44 % - Cypéracées 43 % - Hygrophiles 7 % - Ericales 3 % - Composées 2 % - Rosacées 1 %.

Athyrium Filix-femina 250 - *Osmunda regalis* 193 - *Pteridium aquilinum* 2.
Total des Cryptogames vasculaires 445.
Rapport A. P. /N. A. P. = 14 %.

Le diagramme pollinique est largement dominé par les spores de Filicinées, en particulier d'*Athyrium Filix-femina* et d'*Osmunda regalis*. Les pollens arbustifs très rares (14 %) évoquent un faciès très fortement déboisé, le terrain étant envahi par les Cryptogames vasculaires.

La strate arbustive est dominée par l'Aulne avec pinède secondaire de Pinus pinaster et parfois Pinus silvestris très rare. La Chênaie représentée par le Chêne seul, est presque nulle.

Ce diagramme rappelle beaucoup celui de certains niveaux décrits plus loin au Gurp, à la Pinasse, et à Montalivet. Cependant à Soulac l'ensemble floristique présente un faciès de zone humide, plus ou moins marécageuse avec dominance de l'Aulne dans les essences arbustives et présence en extrême abondance de Fougères des lieux humides : *Athyrium Filix-femina* et surtout *Osmunda regalis* caractéristique des bois marécageux et du bord des eaux, en terrain siliceux.

Le niveau tourbeux de la plage de Soulac appartient au Quaternaire récent, sa flore semble le situer plus particulièrement à la phase climatique subatlantique. Les vestiges d'industries humaines trouvés dans cette couche semblent confirmer cette datation. Cette tourbe se relie à toute une série de niveaux tourbeux et anciens sols du Post-glaciaire récent.

Les caractères de la flore annoncent les conditions actuelles et rattachent ce niveau à la phase climatique subatlantique. Les données archéologiques révèlent également dans ce niveau un mélange de types allant du Néolithique aux premiers siècles de notre ère.

B.- LE GURP

Le site du Gurp est devenu classique après les nombreuses études des Géologues régionaux. Pour mieux comprendre la stratigraphie du Gurp et les âges attribués aux différentes couches, rappelons la coupe observable sur le littoral désensablé :

6 - Sables modernes avec parfois un sol dunaire
5 - Sables anciens plus ou moins humiques ou aliotisés à la base, portant un ancien sol (1 m environ)
4 - Sables anciens grossiers (1 à 1,5 m)
3 - Alluvions graveleuses et argileuses (4 à 5 m)
2 - Tourbe ligniteuse (0,75 m) au niveau des hautes mers
1 - Argile bleuâtre sur la plage.

Les argiles affleurant sur le littoral à la base de la falaise du Gurp (couche 1) appartiennent à la nappe alluviale ancienne ou interne de FABRE qui recouvrait la partie occidentale du Bas-Médoc. Au moment où un nouveau régime du fleuve entraîna la formation de la nappe alluviale moderne ou externe, le Bas-Médoc devait être exondé. La nappe ancienne avait été recouverte de sables d'origine éolienne portant une végétation herbacée et arborescente entraînant la formation au contact de l'argile d'un banc d'alios. L'inondation vint détruire cette végétation et l'accumulation de débris végétaux, transportés par flottaison, forma une couche de tourbe riche en débris macroscopiques très déformés et aplatis (couche 2). Parfois l'ancien sol fut enlevé et il ne reste plus que le banc d'alios.

Ce niveau 2 n'est pas toujours visible de façon continue. Il fait défaut au nord à la pointe de la Négade et n'apparaît qu'à environ 200 m plus au sud sous forme de sables tourbeux et va en augmentant d'épaisseur pour atteindre 0,75 m environ au Gurp sous forme d'une tourbe ligniteuse feuilletée. Au sud du Gurp, après la pointe de la Pinasse, on n'observe plus ce niveau, ce qui semble bien vérifier les observations de FABRE qui indique que ce niveau disparaît sous le sable de plage avec l'argile sous-jacente. Un maxillaire inférieur d'Elephas meridionalis (conservé au Musée de Bordeaux) a été trouvé dans ce niveau. D'après FABRE, ce fossile aurait été apporté en même temps que les débris végétaux formant la couche tourbeuse. Il serait donc contemporain de ce niveau. D'après DEPERET et MAYET, l'éléphant du Gurp appartient à l'horizon quaternaire du Forest-bed de Cromer (phase de régression du début du quaternaire). L'argile du Gurp sous-jacente appartiendrait au Pliocène supérieur.

Les sables graveleux, alluvions de la nappe alluviale externe, formant la couche 3, peuvent être suivis de la Négade à Montalivet. La partie inférieure de ce niveau, qui atteint une épaisseur de 4 m au Gurp, est formée d'éléments assez grossiers avec des lits de graviers : les parties moyennes et supérieures contiennent des éléments fins et argileux. Les couches 4 et 5, constituées par des sables anciens, sont séparées de la dune moderne qui les recouvre par un niveau humifère grisâtre renfermant des fragments de silex et de poteries constituant la station préhistorique du Gurp, décrite comme station néolithique par M. FERRIER [81].

Au cours des années 1959-60, plusieurs forages exécutés par le Laboratoire de M. le Professeur SCHOELLER pour des recherches d'eau, à quelques centaines de mètres du rivage, ont traversé les formations suivantes : 1-formation dunaire moderne ; 2-alluvions de la nappe externe de FABRE ; 3-argiles du Gurp : 4-alluvions atteignant une épaisseur d'environ 11 m.

M. SCHOELLER attribue ces alluvions, par leur situation au-dessous de l'argile du Gurp et par analogie avec les terrasses de la région bordelaise, à un Pliocène ancien.

Des échantillons de ces forages, ainsi que des affleurements d'anciens sols (couche 2' et couche 5), ont été analysés palynologiquement.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

Couche lignito-tourbeuse (couche 2) (Pl. III – diagrammes 1 et 2) :

Cette couche présente une épaisseur de 75 cm environ. Le sédiment brut offre, dans sa partie inférieure, un aspect très charbonneux, compact, finement feuilleté, très riche en débris de bois, racines, écorces et graines. Dans sa partie supérieure, il devient moins compact, nettement sableux vers le sommet, les restes macroscopiques cités plus haut deviennent très rares.

L'analyse pollinique a permis de déterminer les espèces suivantes :

– Essences arbustives et forestières : *Pinus silvestris, Quercus pedunculata, Alnus glutinosa, Betula alba, Fagus silvatica, Salix, Corylus Avellana, Hedera Helix* et *Ilex aquifolium* (1 %).

– Essences herbacées : *Ranunculus, Sagittaria, Caltha, Potamogeton, Alisma, Scirpus, Carex, Phragmites communis, Juncus, Nuphar luteum, Nymphea alba, Rubus, Potentilla, Calluna vulgaris, Erica cinerea, Artemisia, Polygonum, Crucifères.*

– Cryptogames vasculaires : *Osmunda regalis, Polypodium vulgare, Nephrodium Filix-mas, Athyrium Filix-femina, Aspidium aculeatum, Pteridium aquilinum, Lycopodium, Selaginella, Ophioglossum, Equisetum.*

Le pourcentage des pollens aux différents niveaux est le suivant :

- Pollens forestiers :

Niveaux	*0*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*75*
Quercus	30	34	30	28	24	22	12	14	10
Pinus	40	34	47	40	48	50	55	52	55
Alnus	15	16	14	18	16	13	17	19	22
Betula	5	4	4	2	2	4	6	6	3
Fagus	10	12	11	12	10	11	10	9	10
Corylus	30	20	35	20	35	30	58	40	70
Salix	30	25	50	40	20	24	15	22	14

- Pollens herbacées :

Niveaux	*0*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*75*
Hygrophiles	45	42	44	33	30	25	15	18	12
Graminées	30	26	24	18	20	18	18	10	12
Cypéracées	15	16	12	16	18	20	22	22	22
Ericales	5	7	10	15	15	20	26	25	28
Rosacées	5	6	6	8	8	8	10	12	14
Composées		1	1	4	5	4	3	5	5
Crucifères		1	1	3	2	2	2	3	3
Polygonacées		1	2	3	2	3	5	4	4
Ophioglossum	15	12	10	9	4	2	1		
Osmunda	15	10	9	8	7	3	1	1	
Nephrodium	10	10	8	7	8	4	4		2
Athyrium	9	5	9	6	6	5	5	5	5
Aspidium	3	5	4	6	5	2	2	2	2
Pteridium	3	3	3	4	4	3	4	3	6
Polypodium	2	3	2	4	3	3	1	2	2
Lycopodium			1	2	6	10	8	11	13
Selaginella			1	2	5	7	9	12	11
Equisetum	4	4	3	1	1				

De bas en haut de la couche, on peut constater une variation climatique intéressante. Un net refroidissement du climat est indiqué par l'augmentation du Pin sylvestre, probablement mélangé à Pinus uncinata en faible proportion au sommet de la couche.

Corrélativement, le Chêne diminue, passant de 30 % à la base à 10 % au sommet. Les autres feuillus restent à peu près stationnaires. Dans certains échantillons cependant le Hêtre tend à diminuer, ce qui indique bien un climat moins favorable aux feuillus.

Parmi les herbacées, on constate une forte diminution des Hygrophiles en faveur des Ericales et des Héliophiles. Le rapport A.P./N.A.P. passe de 77 à 45 %. Il y a donc un recul marqué des forêts.

Notons que l'Aulne se maintenant avec des pourcentages à peu près semblables, l'humidité atmosphérique a peu varié au cours du dépôt. La régression des Hygrophiles doit correspondre plutôt au comblement de la dépression marécageuse qu'elles peuplaient au début du dépôt.

Les Cryptogames vasculaires diminuent également au sommet de la couche, passant de 60 à 37 pour 100 A.P. Les espèces adaptées aux sous-bois tempérés telles que : Athyrium Filix-femina, Nephrodium Filix-mas, Osmunda regalis, diminuent alors que les Lycopodes et les Selaginelles se développent. Les espèces cosmopolites : Aspidium aculeatum et Polypodium vulgare se maintiennent.

Il semble donc qu'un refroidissement apparaisse avec la fin du dépôt. Il est délicat, comme nous l'avons vu, d'interpréter la diminution des Hygrophiles dans le sens d'une diminution notable de l'humidité ambiante. Le climat semble se refroidir dans des conditions probablement tout aussi humides.

Si, suivant l'hypothèse de FABRE, il s'agit d'un dépôt allochtone formé par accumulation de débris végétaux apportés par le fleuve, l'image donnée par le diagramme pollinique peut ne refléter qu'assez imparfaitement la flore locale à ce moment.

Il faut donc retenir surtout les grands traits, c'est-à-dire la marque d'un avilissement du climat vers la fin du dépôt entraînant un recul des forêts à Chêne dominant. Il faut remarquer que la diminution des essences forestières peut également provenir, ou tout au moins être renforcée, par la destruction des forêts par inondation, leurs débris accumulés formant la base du niveau tourbeux. Ceci semble assez bien correspondre à l'aspect macroscopique des couches : base compacte extrêmement riche en débris de bois, branches, rameaux, écorce, tiges très aplatis et comprimés. Tous ces débris appartiennent essentiellement à des essences ligneuses (Pin, Chêne, Aulne, Saule, Noisetier, Brande). La partie supérieure du dépôt ne présente que peu ou pas de ces débris et devient de plus en plus sableuse passant aux couches alluviales supérieures.

Il semble ressortir de ces constatations la possibilité d'une hypothèse faisant ppel à l'existence, dans cette zone, d'une dépression plus ou moins marécageuse, nvahie par le fleuve dont les apports la comblent assez rapidement. Cette hypo-ièse rendrait assez bien compte des résultats floristiques et sédimentologiques insi que du caractère lenticulaire de ce dépôt lignito-tourbeux, que nous n'avons as retrouvé, comme nous l'avons indiqué plus haut, à la Négade et au sud à a Pointe de la Pinasse.

Donc en résumé, les diagrammes polliniques peuvent fort bien retracer l'his-oire d'une dépression marécageuse, c'est-à-dire d'un dépôt autochtone. Cependant es caractères macroscopiques et le mode de dépôt peuvent correspondre à un épôt allochtone, accumulation assez rapide dans une dépression humide pré-xistante en ce point, alors beaucoup plus éloigné du littoral marin.

Dans ce dernier cas, il ne faut pas perdre de vue que le contenu pollinique pu être plus ou moins perturbé, les éléments du dépôt ayant été charriés de-uis une distance plus ou moins grande.

Ces faits ne rendent que plus difficile l'attribution d'un âge précis à ce niveau nférieur du Gurp.

En ne retenant par prudence que les éléments essentiels, l'étude palynologique évèle l'absence de toutes espèces tertiaires ou d'espèces caractéristiques du Pliocène. Cette flore est très différente de celles caractéristiques des niveaux e Reuver et de Tegelen (FLORSCHUTZ et VAN DER VLERK 1953) [202]. La lore des argiles de la Campine belge proche de celle du Tiglien de Hollande est aractérisée par *Tsuga, Pterocarya* et *Carya* (VANHOORNE 1957) [203]. En rance, dans le bassin du Rhône, une succession de flores se rapportant au Reu-erien, Pré-Tiglien et Tiglien ont été définies. Les argiles villafranchiennes de t-Cosme, à Châlons-sur-Saône, rapportées au Tiglien, présentent également *Tsuga, Carya* et *Pterocarya.* La flore de la Raza présente des Taxodiacées en bondance, la présence de *Nyssa* et de *Sequoia* en particulier, à côté de *Carya, Pterocarya, Pinus haploxylon, Pseudo-Tsuga* et *Podocarpus*, la rapporte nettement u niveau de Reuver. Les lignites de Foulnay (F. FIRTION 1946) [82] montrent a dominance de *Pinus silvestris,* les Taxodiacées sont faiblement représentées *Nyssa, Sequoia, Podocarpus* sont absents. Cette flore est rapportée au Pré-iglien. (1)

Ces niveaux révèlent des ensembles floristiques nettement comparables à la lore pollinique des argiles sous-jacentes à la tourbe lignitiforme du Gurp. Rap-elons ici pour la clarté de cet exposé les caractères de ces argiles, que nous vons publiés en détail en collaboration avec M. SCHOELLER (1959) [158bis].

L'argile dite du Gurp, immédiatement sous-jacente à la tourbe de base, pro-enait de trois sondages correspondant aux niveaux : 8,60-10 m ; 10-11 m ; 8,90-4 m ; 8,44-8,80 m ; 8,80-9,30 m ; 9,30-10, 15 m.

. Tout récemment M. PONS a publié une importante étude des Flores pliocènes de la région rhodanienne. Ces flores diffèrent peu de celles déjà connues en Europe, elles présentent une richesse moyenne par rapport à l'ensemble de celles-ci. L'auteur fait œuvre novatrice importante en établissant des déterminations spécifiques pour les genres Abiés, Pinus et Quercus (170ter).

Les espèces rencontrées dans ces échantillons sont les suivantes :

	Sondage 1		*Sondage 2*		*Sondage 4*	
Niveaux	*8,6-10 m*	*10-11 m*	*8,9-14 m*	*8,4-8,8 m*	*8,8-9,3 m*	*9,3-10,15 m*
Pinus	55 %	37 %	52 %	60 %	55 %	40 %
Quercus	23	30	25	20	24	28
Alnus	3	2	2	5	2	2
Betula	0	0	0	3	0	0
Corylus	5	9	6	2	5	7
Fagus	2	2	2	4	3	2
Pinus type Haploxylon	3	6	4	2	3	5
Carya	2	3	3	0	4	3
Sequoia	3	5	2	0	2	4
Taxodium	4	6	4	4	2	9

Parmi les espèces herbacées, citons : *Trapa natans, Carex, Phragmites Nuphar luteum, Osmunda regalis, Asplenium Adiantum-nigrum, Pteris Cretica Salvinia natans.*

Les niveaux argileux plus profonds révèlent les flores suivantes :

Argile verte parfois ligniteuse (10-13,3 m et 15,9-17,2 m) :

Niveaux	*10-13,3 m*	*15,9-17,2 m*
Pinus	25 %	12 %
Quercus	30	28
Alnus	2	0
Corylus	7	7
Fagus	2	0
Carpinus	4	4
Larix	2	4
Pinus haploxylon	6	8
Sequoia	5	8
Taxodium	9	12
Carya	4	7
Liquidambar	4	5
Cryptomeria	0	3
Nyssa	0	2

On rencontre en outre : *Vitis vinifera, Ilex aquifolium, Prunus, Alisma, Scirpus, Cladium, Trapa, Rubus, Potentilla.*

Argile brune (16,7-20 m) :

Les principales espèces rencontrées sont : *Quercus* 20 %, *Pinus* type *haploxylon* 10 %, *Sequoia* 12 %, *Larix* 3 %, *Carpinus* 4 %, *Taxodium* 15 %, *Carya* 8 %, *Liquidambar* 7 %, *Cryptomeria* 5 %, *Nyssa* 7 %, *Magnolia* 4 %.

Les argiles brunes se situent nettement par leur flore au Pliocène. Les argiles vertes ligniteuses par l'abondance des Taxodiacées, la présence de Sequoia, Carya, Nyssa se rapprochent de la flore de Reuver. L'ensemble des argiles supérieures rappellent la flore des niveaux Pré-Tiglien et Tiglien.

La tourbe inférieure du Gurp qui les surmonte peut être rapprochée par sa flore des niveaux du Forest-bed de Cromer qui ne présente que des espèces banales toutes actuelles (WOLDSTEDT 1950-51) [222]. Le sommet du niveau du Gurp peut correspondre au début des niveaux terminaux à conifères des couches de Cromer.

Notons à propos des flores villafranchiennes de la vallée du Rhône, un fait intéressant. La faune de mammifères du Loess de St-Vallier (VIRET 1954) [211] rapporte ce dépôt au Pré-Tiglien. Or, à l'exception du Cèdre, les plantes représentées sont identiques à celles de la flore tempérée actuelle, ce qui est le cas du niveau médocain en question. Il n'est donc pas impossible qu'il appartienne à cette période.

Cependant, son rattachement au Forest-bed de Cromer trouve une importante confirmation dans la présence, dans ce niveau, d'un maxillaire d'Elephas meridionalis variété Cromerensis.

Rappelons que la position de ce fossile, si important, n'est malheureusement pas fixée nettement par les auteurs. DULIGNON-DESGRANGES [60] signale cette trouvaille : "Sur la plage, encastrée dans l'argile..." Le Docteur LALANNE [126] place ce fossile dans la couche tourbeuse. FABRE semble en faveur du rattachement du fossile à ce dernier niveau. L'hypothèse de l'appartenance de la flore correspondante au Cromérien semble bien séduisante.

Cependant, il n'est pas impossible que l'Elephas appartienne au niveau argileux sous-jacent, à flore villafranchienne.

Il faut retenir que nous avons au Gurp une série importante du Pliocène final et du Villafranchien. Le caractère des flores permet de rattacher les argiles les plus profondes au Pliocène et les argiles vertes, ainsi que celles dites du Gurp, au Pliocène final et au Villafranchien (Reuverien, Pré-Tiglien, Tiglien). Il est possible de rattacher le niveau tourbeux de base, stratigraphiquement plus récent, au Forest-bed de Cromer. Cependant, du point de vue purement botanique, rien n'exclut absolument le rattachement de cette flore à une phase inter-glaciaire du Pléistocène moins ancien.

Niveaux tourbeux supérieurs (Pl. III – Diagrammes 3 et 4) :

Les analyses polliniques portent sur l'ancien sol affleurant sous les dunes modernes (couche 5) et sur des échantillons de sondages aimablement fournis par M. le Professeur SCHOELLER.

Affleurement littoral :

Dans ce niveau les pollens d'arbres sont très rares, le rapport A.P./N.A.P. = 10 %. Ils sont représentés par : *Pinus* 35 %, *Quercus* 32 %, *Alnus* 26 %, *Betula* 7 %, *Corylus* 40 %, *Salix* 10 %.

Les essences herbacées comprennent surtout des Ericales 26 %, Typhacées 27 %, Graminées 16 %, Rosacées 6 %, Cypéracées 4 %, Composées 4 %, Polygonacées 5 %, Ombellifères 4 %, Chénopodiacées 4 %, Crucifères 3 %, Cistacées 1 %, Renonculacées 1 %, Nymphéacées 1 %.

Les Cryptogames vasculaires dominent très largement les autres espèces dans la proportion de 890 pour 100 A.P. Il s'agit presque uniquement d'*Athyrium Filix-femina* 818, accompagné de quelques spores de *Polypodium* 27, de *Phegopteris* 27 et de *Pteridium* 18.

Echantillons de sondages :

– Niveau 3,70 m : la flore pollinique est en tout point semblable à celle de l'affleurement.

– Niveau 4 m : *Pinus* 27 %, *Quercus* 26 %, *Alnus* 38 %. *Betula* 9 %, *Corylus* 57 %, *Salix* 5 %.
A.P./N.A.P. = 42 %.
Espèces herbacées : Ericales 25 %, Graminées 17 %, Hygrophiles 15 %, Rosacées 8 %, Urticacées 7 %, *Artemisia* 9 %, Cypéracées 3 %, Crucifères 6 %, Polygonacées 6 %, Chénopodiacées 2 %, *Hedera Helix* 2 %.
Cryptogames vasculaires : assez abondantes – *Athyrium Filix-femina* 26, *Polypodium vulgare* 6, *Pteridium aquilinum* 8, *Lycopodium* 6, *Equisetum* 4.

– Niveau 4,70 m : *Pinus* 13 %, *Quercus* 18 %, *Alnus* 50 %, *Betula* 18 %, *Corylus* 70 %, *Salix* 11 %.
A.P./N.A.P. = 69 %.
Espèces herbacées : Ericales 38 %, Graminées 15 %, Cypéracées 9 %, Rosacées 10 %, Hygrophiles 14 %, Composées 2 %, Cistacées 5 %, Crucifères 2 %, Chénopodiacées 1 %, Polygonacées 2 %, *Ilex aquifolium* 2 %.
Cryptogames vasculaires : peu abondantes – *Pteridium aquilinum* 5, *Osmunda regalis* 4, *Polypodium* 1.

– Niveau 5,75 m : *Pinus* 17 %, *Quercus* 48 %, *Betula* 13 %, *Alnus* 22 %, *Corylus* 70 %.
A.P./N.A.P. = 79 %.
Espèces herbacées : Ericales 35 %, Graminées 20 %, Cypéracées 15 %, Rosacées 5 %, Hygrophiles 15 %, Composées 5 %, Cistacées 5 %.
Cryptogames vasculaires : très peu nombreuses – *Osmunda regalis* 5, *Pteridium aquilinum* 2.

Les niveaux rencontrés dans le sondage de 4 m à 5,75 m présentent un même ensemble de 1,75 m d'épaisseur surmonté directement par les sables dunaires actuels. L'évolution de la flore, de la base au sommet, donne quelques renseignements intéressants sur les conditions climatiques précédant les sables actuels, tout au moins leur première phase d'ensablement en ce point.

La base de cette couche est caractérisée par un faciès boisé dense (A.P./N.A.P. = 79 %) ; l'essence dominante est le Chêne accompagné par l'Aulne, le Pin maritime et le Bouleau. Des forêts denses à Chêne dominant occupaient les zones bien drainées. Les zones humides ou mal drainées portaient un peuplement plus clair d'Aulne et de Bouleau. Les herbacées se rapportent à des groupements végétaux parallèles : Ericales, Cistacées, Composées, Pteridium dans les zones sèches, Graminées, Cypéracées, Hygrophiles, Osmunda regalis dans les zones humides.

Dans les niveaux supérieurs, le Chêne diminue en faveur du Pin et surtout de l'Aulne (en particulier dans le niveau 4,70 m). Les herbacées montrent peu ou pas de variations caractéristiques.

Ceci est peut-être en rapport avec l'extension des zones humides à Aunaies et aussi avec un recul des forêts denses. Ce fait est surtout sensible dans la zone de 4 m où le rapport A.P./N.A.P. tombe à 42 %. Les Cryptogames vasculaires deviennent plus abondantes, en particulier *Athyrium Filix-femina* absent dans les autres niveaux.

Ces caractères s'intensifient ensuite. Le niveau terminal et l'affleurement de la falaise côtière présentent un type bien particulier de recul intense de la forêt, avec envahissement du sol par les Cryptogames vasculaires, essentiellement Athyrium Filix-femina (A.P./N.A.P. = 10 %, 890 Cryptogames vasculaires pour 100 A.P.).

L'ensemble de ces niveaux semble se situer au Post-glaciaire final. Le niveau de base représente un faciès de forêt tempérée à Chêne dominant, pouvant se rapporter à la fin de la phase atlantique. Il évolue dans les niveaux suivants vers un type de forêt mixte, Chêne, Pin maritime avec Aulne, parfois dominant, suivant les conditions locales. Cette flore représente un faciès stable dans les conditions climatiques du Post-atlantique dans notre région et qui a pu se maintenir, suivant les conditions locales, au cours du Subboréal, du Subatlantique et parfois jusqu'aux premiers siècles de notre ère.

Ces niveaux doivent donc commencer avec la fin de la phase atlantique et évoluer au cours du Subboréal. Leur limite supérieure, représentée par le niveau 3,70 m et l'affleurement, est plus délicate à fixer dans le temps.

Le faciès bien particulier de cette zone terminale est délicat à interpréter. Le taux de boisement brusquement très bas corrélatif au développement des Cryptogames vasculaires fait penser à une déforestation intense. Si l'on remarque que ce niveau porte les ateliers préhistoriques du Gurp, il est tentant de voir là un

reflet de l'intervention humaine. Dans cette hypothèse, on peut rapprocher ce niveau de faciès semblables décrits en différents points de l'Europe de l'Ouest et en particulier de l'Angleterre (GODWIN, WALKER et WILLIS 1957) [103] et datés de 3000 ans environ avant notre ère.

A Montalivet, des niveaux semblables existent, ainsi que sur d'autres points de la côte. Mlle SAUVAGE [183] soulevait, au sujet de Montalivet, l'hypothèse d'une contemporanéité avec un niveau tourbeux décrit à Mouligna près de Biarritz par M. OLDFIELD [152] et daté, par le C14, de 5100 + ou moins 130 avant le présent qui le situe à la limite atlantique-subboréale. Cette similitude nous paraît discutable. S'il y a dans les deux cas faible taux de boisement, à Mouligna il y a brûlis avec envahissement classique par le Pteridium aquilinum. Au Gurp, on ne trouve aucune trace de feu et le Pteridium est très rare, la Cryptogame vasculaire dominante est Athyrium Filix-femina, espèce de zone abritée et humide. Il y a donc ici un faciès bien différent. L'abondance de cette fougère des bois frais et humides pose d'ailleurs un problème écologique dans cette zone si largement déboisée.

En outre, il faut retenir que les vestiges d'industries néolithiques portées par ce niveau sont toujours mélangées de tessons de poteries, de débris des âges des métaux, même de monnaies de l'époque historique. Cet ancien sol représente donc une très longue phase d'occupation humaine. Il se situe vraisemblablement du Subboréal aux premiers siècles de notre ère.

C.- LA PINASSE

FABRE décrit à la Pointe de la Pinasse une stratigraphie analogue à celle de la falaise du Gurp. Nous y avons en effet observé les mêmes couches, [162] mais comme nous l'avons dit plus haut, nous n'y avons pas retrouvé la couche de tourbe inférieure du Gurp (couche 2 du Gurp). Les couches de sables ont environ 3 m d'épaisseur ici ; dans l'ensemble, les éléments sont fins et deviennent argilo-sableux au sud de Dépet.

A la base des dunes modernes, on observe un ancien sol formant corniche par endroit ; la station préhistorique de la Pinasse portée par ce sol, se rattache aux mêmes industries et présente les mêmes caractères que celles du Gurp. De nombreux auteurs l'ont décrite, DULIGNON-DESGRANGES [60] y décrit un atelier de poteries néolithiques et de taille de silex, en même temps que "la présence de fibules de bronze, de fusaïoles en terre et de tuiles à rebord".

L'analyse pollinique confirme la similitude et la contemporanéité de cet ancien sol avec celui du Gurp. Elle révèle les mêmes caractères floristiques, le même déboisement extrême et la même dominance des Cryptogames vasculaires (en particulier Athyrium Filix-femina).

Du Gurp à la Pinasse, on voit apparaître au sommet de la couche 3 du Gurp un niveau humifère parfois plus ou moins aliotisé, s'individualisant peu à peu en couche nettement tourbeuse et formant la base des sables dunaires anciens, dont le sommet porte l'ancien sol, formant le prolongement de celui du Gurp. Ce niveau forme la base des sables modernes.

On a donc de bas en haut :

6 – Sables dunaires modernes
5 – Ancien sol (20 cm)
4 – Sables anciens (1,50 à 2 m)
3 – Tourbe (10 à 20 cm) avec écoulement d'eau douce
2 – Sables argileux (3 à 4 m)
1 – Argile bleu-vert sur la plage.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

Niveau 3 (Pl. IV – Diagrammes 1 et 2) :

De la base au sommet, la flore est caractérisée par le grand développement de la Chênaie-mixte qui se maintient à des pourcentages élevés (63-64 %), la faible représentation du Pin sylvestre (10 à 5 % au sommet) avec quelques pollens de Pinus pinaster, l'Aulne constamment présent aux environs de 20 à 22 %, le Bouleau et le Hêtre rares.

Il faut signaler au sein de l'ensemble de la Chênaie-mixte le faible développement de l'Orme et au contraire la présence de pourcentages notables de Tilleul

(sauf dans les tous premiers centimètres où le rapport est inversé). Enfin, on observe d'assez nombreux pollens de *Quercus Ilex,* surtout de 0 à 10 cm.

La strate herbacée est dominée par les Ericales et les Hygrophiles puis secondairement les Graminées et les Cypéracées. Retenons la présence à divers niveaux de pollens d'essences méditerranéennes et méditerranéennes-atlantiques *(Osyris alba, Cistus, Arbutus Unedo, Erica cinerea* et *scoparia).*

Les Cryptogames vasculaires sont peu nombreuses : *Pteridium aquilinum* et quelques spores à différents niveaux d'*Athyrium Filix-femina* et *Osmunda regalis.*

Le rapport A.P./N.A.P. toujours supérieur à 50 % atteint 73 % au sommet de la couche.

Niveau 5 : Ancien sol (Pl. IV – Diagramme 3)

– Essences arbustives : *Pinus pinaster* 43 % – *Quercus* 32 % – *Alnus* 18 % – *Betula* 7 % – *Corylus* 60 %.
A.P./N.A.P. = 63 %.

– Essences herbacées : Ericales 65 % – Graminées 13 % – Cypéracées 12 % – Rosacées 4 % – Chénopodiacées 2 % – Composées 2 % – Polygonacées 1 % – Cistacées 1 %.

– Cryptogames vasculaires peu nombreuses : *Athyrium Filix-femina* et *Polypodium vulgare.*

D. - DEPET

En se rapprochant de Dépet, les couches supérieures s'abaissent peu à peu. La tourbe, base des sables anciens se charge de nombreux débris végétaux herbacées. Les alluvions argilo-sableuses (couche 2 de la Pinasse et 3 du Gurp) diminuent d'épaisseur et affleurent sur la plage au niveau des hautes mers sous la tourbe de base.

A Dépet même on observe la coupe suivante :

5 - Sables modernes (avec parfois sol dunaire très mince)
4 - Ancien sol (20 cm)
3 - Sables anciens (3 à 3,50 m)
2 - Tourbe à débris végétaux avec écoulement d'eau douce (30 cm)
1 - Soubassement argilo-sableux.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

Niveau 2 (Pl. V - Diagrammes 1 et 2) :

Les essences arbustives sont dominées par la Chênaie-mixte en général supérieure à 60 %. Le Tilleul et l'Orme sont secondaires dans cet ensemble, surtout l'Orme. Le *Quercus Ilex* est présent à divers niveaux. Le Pin est secondaire, en nette régression au sommet de la couche (les pollens rencontrés se rapportent à Pinus silvestris et souvent à Pinus pinaster pour de faibles pourcentages).

L'Aulne accompagne les précédents à tous les niveaux avec des pourcentages variant peu (de 18 à 25 %). Le Bouleau ne dépasse guère 6 à 7 %. Le Hêtre est rare. Le Noisetier est bien développé, marquant de nombreuses pointes. Le rapport A.P./N.A.P. = 55 % en moyenne.

Les groupes dominant la strate herbacée sont les Graminées (essentiellement Phragmites communis) et les Hygrophiles, puis les Cypéracées et les Ericales.

Les Cryptogames vasculaires sont assez abondantes, *Athyrium Filix-femina* d'un bout à l'autre du diagramme, puis *Pteridium aquilinum* surtout depuis 12 cm et quelques spores d'Equisétales.

Niveau 4 (Pl. V - Diagramme 3) :

- Essences arbustives : *Pinus pinaster* 50 % - *Quercus* 32 % - *Alnus* 9 % - *Betula* 9 % - *Corylus* 108 % - *Salix* 8 %.
A.P./N.A.P. = 59 %.

- Essences herbacées : Ericales 82 % - Graminées 11 % - Cypéracées 3 % - Rosacées 2 % - Chénopodiacées 1 %.

- Cryptogames vasculaires : *Athyrium Filix-femina* 11 - *Polypodium vulgare* 1.

Par sa composition et sa position stratigraphique, la tourbe de base de Dépet se rattache nettement aux niveaux tourbeux formant la base des sables anciens, entre la Pinasse et Dépet. Le niveau supérieur (4) se raccorde de même à l'ancien sol supérieur des mêmes coupes. Ces niveaux apparaissent donc respectivement contemporains. Nous trouvons ici un argument en faveur de l'hypothèse de FABRE : abaissement des niveaux de sables anciens au niveau de la plage et non prolongement de la tourbe de base du Gurp (hypothèse de WELSH). L'observation directe et minutieuse à une époque favorable de désensablement maximum permet de constater directement ces faits. Il ne nous a pas été possible, en effet, d'observer la continuité de la tourbe du Gurp jusqu'à la Pinasse et Dépet. Cette formation, comme nous l'avons déjà dit plus haut, nous est apparue comme nettement lenticulaire et localisée. Par contre, nous avons bien repéré à la Pinasse les différents niveaux tourbeux, base et sommet des sables anciens, et leur abaissement progressif jusqu'à Dépet.

La tourbe de Dépet a été décrite, avant FABRE, par WELSH [212-215] et M. et Mrs REID qui s'étaient attachés à la détermination des graines fossiles qu'elle contenait : "*Hypericum elodes, Rubus fruticosus, Potamogeton, Carex glauca, Carex remota, Juncus, Cladium mariscus, Heleocharis multicaulis.* Ce sont des espèces de marécages qui donnent peu de lumière sur les conditions du climat, il n'y a pas d'espèces maritimes..." Cette description correspond bien à nos observations et au contenu pollinique de ce niveau.

E. - DEPET-MONTALIVET

Au sud de Dépet vers Montalivet, les couches argilo-sableuses continuent à diminuer d'épaisseur. En certains points, l'ensemble des sables anciens présente plusieurs niveaux tourbeux. On observe :

6 - Sables dunaires modernes
5 - Ancien sol
4 - Sables anciens avec niveau tourbeux (1)
3 - Sables anciens tourbeux
2 - Tourbe à roseaux au niveau des hautes mers
1 - Soubassement argilo-sableux sur la plage.

L'étude de cette coupe permet de répérer plusieurs phases d'ensablement par les sables anciens. Les niveaux tourbeux qu'ils fossilisent permettent de suivre l'évolution floristique et de dater ces phases d'ensablement.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

Niveaux 2 et 3 (Pl. VI - Diagramme 1 et Pl. VII) :

Les couches 2 et 3 forment un ensemble tourbeux se prêtant entièrement, en certains points, à une étude pollinique continue sur une épaisseur de 2,50 m. On peut distinguer trois zones principales dans le diagramme de cet ensemble.

Zone 1 (0 à 100 cm) :

- Essences arbustives : *Pinus* peu important *(Pinus silvestris* avec quelques pourcentages de *Pinus pinaster)* - Chênaie-mixte très dominante avec Orme et Tilleul, ce dernier particulièrement bien représenté de 20 à 90 cm - *Alnus* deuxième constituant assez important - *Betula* faible (4 à 8 %) - *Fagus* très rare - *Corylus* présentant une courbe à nombreuses pointes avec maximum à 100 cm. Présence de quelques rares pollens de *Salix*.
A. P. /N. A. P. $\geq$ 70 %.

- Essences herbacées : Graminées dominantes ainsi que les Hygrophiles (Iridacées, Nymphéacées, Renonculacées), Crucifères, Urticacées et Composées (quelques pourcentages), Ericales peu importantes.

Notons la présence constante et parfois en pourcentages assez notables d'essences méditerranéennes *(Osyris alba, Cistus, Helianthemum, Fumana)* et *Quercus Ilex* présent dans la Chênaie.

- Les Cryptogames vasculaires sont très nombreuses surtout *Pteridium aquilinum, Osmunda regalis* et *Athyrium Filix-femina,* avec secondairement des Equissétales et des Isoétales.

1. Au niveau de la couche 4, on peut distinguer un niveau tourbeux au sein de la couche sableuse.

Zone II (100 à 190 cm) :

– Essences arbustives : *Pinus* en progression passant de 11 à 20 % (*Pinus pinaster* plus nombreux) – Chênaie-mixte en général supérieure à 60 % mais avec Orme et Tilleul en très nette régression – *Quercus Ilex* à certains niveaux seulement et en faibles pourcentages – l'Aulne constamment en progression passe de 16 à 28 % – *Betula* très faible – *Fagus* sporadique – *Corylus* bien développé avec une importante pointe au sommet de cette zone (160 %) – Citons encore quelques pollens de *Salix, Rhamnus, Evonymus, Hedera Helix.*
A. P. /N. A. P. $\geqslant$ 60 %.

– Essences herbacées : Ericales en progression devenant dominantes – Graminées moins abondantes se maintenant en deuxième position – Hygrophiles en régression progressive surtout au sommet de cette zone à partir de 150 cm – Cypéracées un peu plus abondantes – les autres éléments sont sporadiques. Les Méditerranéennes sont en très nette régression.

– Les Cryptogames vasculaires sont toujours très nombreuses : *Athyrium Filix-femina* et *Osmunda regalis* dominent aux dépens de *Pteridium aquilinum* en régression. Les Equisétales et les Isoétales sont présentes depuis le sommet de la zone I.

Zone III (190 à 250 cm) :

– Essences arbustives : *Pinus* en progression avec *Pinus pinaster* bien développé – Chênaie-mixte à *Quercus* à peu près seul, Orme et Tilleul étant sporadiques, l'ensemble en nette régression de 60 à 42 % – *Alnus* se maintenant aux environs de 20 % – *Betula* en légère augmentation – *Fagus* disparaissant peu à peu – *Corylus* très développé atteint 200 %.
A. P. /N. A. P. = 56 %.

– Essences herbacées : Ericales bien développées – Graminées très largement dominantes – Hygrophiles en complète régression. Les autres groupes sont sans grand changement.

– Les Cryptogames vasculaires sont dominées de nouveau par le *Pteridium aquilinum* : *Athyrium Filix-femina* et *Osmunda regalis* viennent ensuite, en regression.

Niveau 4 (Pl. VI – Diagrammes 2 et 3) :

– Essences arbustives : *Pinus* (type pinaster) 30 % – *Quercus* 16 % – *Alnus* 47 % – *Betula* 7 % – *Corylus* 80 %.
A. P. /N. A. P. = 44 %.

– Essences herbacées : Ericales 57 % – Cypéracées 15 % – Graminées 6 % – Hygrophiles 3 % – Rosacées 4 % – Cistacées 3 % – Composées 3 % – Liliacées 5 % – Chénopodiacées 2 % – Ombellifères 2 %.

– Cryptogames vasculaires : *Athyrium Filix-femina* 5 – *Nephrodium* 2 – *Polypodium vulgare* 1.

Niveau 5 (Pl. VI – Diagrammes 2 et 3) :

– Essences arbustives : *Pinus pinaster* 40 % – *Quercus* 35 % – *Alnus* 16 % – *Betula* 9 % – *Corylus* 50 %.
A.P./N.A.P. = 60 %.

– Essences herbacées : Ericales 70 % – Graminées 15 % – Cypéracées 8 % – Chénopodiacées 2 % – Composées 2 % – Crucifères 1 % – Cistacées 2 %.

– Cryptogames vasculaires : peu nombreuses – *Athyrium Filix-femina* 4 – *Polypodium vulgare* 2 – *Selaginella* 2.

F. - MONTALIVET

On observe la continuité de la couche tourbeuse de base jusqu'à la station de Montalivet. En ce point la tourbe se rencontre sur la plage, découverte à marée basse et portant en place les restes d'une forêt fossile.

On repère également dans la falaise dunaire un ancien sol à la base des sables modernes, parfois renfermant de nombreux restes de bois de Pin, de Bruyères et de plantes herbacées. On observe la coupe suivante :

5 - Sables dunaires modernes
4 - Ancien sol (20 cm)
3 - Sables anciens (3-4 m)
2 - Tourbe portant les troncs d'arbres (60 cm)
1 - Argile sableuse vert-bleuâtre.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

Niveau 2 : Le diagramme pollinique (Pl. VIII - Diagrammes 1 et 2) présente deux parties bien distinctes.

Zone I (0 à 20 cm) :

- Essences arbustives : *Pinus* faiblement représenté *(Pinus silvestris* avec quelques pourcentages de *Pinus pinaster)* - Chênaie-mixte largement dominante (présence de nombreux pollens de *Quercus Ilex),* l'Orme et le Tilleul sont présents, ce dernier en progression continue - *Alnus* encore très secondaire - *Fagus* et *Betula* peu nombreux - *Corylus* moyennement développé ne dépassant pas 90 % - Présence de quelques pollens *d'Evonymus, Hedera Helix* - *Salix* rare. A.P./N.A.P. $\geqslant$ 75 %.

- Essences herbacées : Ericales largement dominantes parmi lesquelles des Méditerranéennes-atlantiques *(Arbutus Unedo, Erica cinerea* et *Erica scoparia, Dabaecia Cantabrica)* - Graminées et Hygrophiles nettement secondaires, puis quelques pourcentages de Cypéracées et Rosacées. Signalons particulièrement la présence d'espèces méditerranéennes : *Cistus, Helianthemum, Osyris alba, Coriaria* et *Phillyrea* (2 pollens).

- Les Cryptogames vasculaires sont assez nombreuses, représentées par *Pteridium aquilinum* et *Athyrium Filix-femina.*

Zone II (20 à 60 cm) :

- Essences arbustives : *Pinus* encore en régression avec *Pinus pinaster* plus fréquent - Chênaie-mixte toujours très dominante *(Quercus Ilex* en pourcentages plus faibles), Orme stationnaire, Tilleul en nette progression, *Alnus* plus développé qu'en zone I atteint 19-20 % - *Betula* et *Fagus* rares - Corylus marquant plusieurs pointes avec un maximum de 140 % - Quelques pollens à différents niveaux de *Salix, Hedera Helix, Ilex aquifolium* et *Rhamnus Frangula.*
A.P./N.A.P. $\geqslant$ 75 %.

- Essences herbacées : Ericales en régression au profit des Graminées et des Hygrophiles, Cypéracées peu importantes - Quelques Rosacées et Ombellifères - essences méditerranéennes en régression.

- Les Cryptogames vasculaires sont assez nombreuses : *Athyrium Filix-Femina* et *Osmunda regalis* dominent, accompagnées de *Pteridium aquilinum*, *Nephrodium* et *Polypodium* moins développés ; citons encore quelques spores d'Equisétales.

Niveau 4 (Pl. VIII - Diagramme 3) :

- Essences arbustives : *Pinus pinaster* 38 % - *Quercus* 30 % - *Alnus* 24 % - *Betula* 8 % - *Corylus* 45 % - *Salix* 15 %.
A.P./N.A.P. = 15 %.

- Essences herbacées : Ericales 28 % - Graminées 20 % - Cypéracées 15 % - Hygrophiles 15 % - Composées 5 % - Rosacées 6 % - Crucifères 4 % - Polygonacées 3 % - Cistacées 2 % - Chénopodiacées 2 %.

- Cryptogames vasculaires : extrêmement abondantes (850 pour 100 A.P.) essentiellement représentées par *Athyrium Filix-femina* 766 - Polypodium vulgare 25 - Pteridium aquilinum 17 - Selaginella 42.

L'analyse pollinique des niveaux de la station de Montalivet prouve la continuité des faciès floristiques depuis le Sud du Gurp jusqu'en ce point. La tourbe de base décrite ici, sur la plage portant les vestiges d'une forêt fossile couverte à marée haute, présente une flore analogue à celle des niveaux de base repérés de façon continue de la Pinasse à Montalivet. Ces niveaux présentent des faciès climatiques identiques et sont donc contemporains. Il en est de même des anciens sols supérieurs précédant les sables dunaires modernes.

En certains points, des niveaux intermédiaires permettent de retracer une évolution floristique et climatique plus complète.

A Montalivet, la base du niveau 2 présente un faciès caractérisé par la présence d'espèces méditerranéennes telles que : *Quercus Ilex, Osyris alba* et parfois *Coriaria* ainsi que des espèces méditerranéennes-atlantiques : *Cistacées, Arbutus Unedo, Erica cinerea* et *Erica scoparia,* indiquant une tonalité climatique chaude et sèche. Cette phase à caractère xérothermique semble caractéristique du Boréal final en Gironde. Un faciès semblable se retrouve au début de la Zone I de la tourbe de base de Dépet à Montalivet.

L'étude des tourbes de base de cette portion du littoral permet d'y reconnaître deux faciès floristiques et climatiques : un faciès fini-Boréal caractérisé par la dominance des Chênaies-mixtes avec Orme et Tilleul peu développés et présence en pourcentages notables de *Quercus Ilex,* le faible développement du Pin (*Pinus pinaster* aux côtés de *Pinus silvestris* encore dominant), la présence d'essences méditerranéennes et méditerranéennes-atlantiques parmi les herbacées (*Cistus, Helianthemum, Fumana, Osyris alba, Coriaria,* et dans le groupe des Ericales apparition ou développement de *Erica cinerea, E. scoparia* et *Arbutus*

Unedo aux côtés des espèces déjà présentes telles que *Erica ciliaris, E. vagans,* parfois *E. Lusitanica* et *Dabaecia Cantabrica* et sur les zones plus humides *Erica Tetralix* et, moins abondante, *Erica Mediterranea).*

Ce faciès est représenté par la Zone I de la tourbe de base de Montalivet et par les 30 premiers cm. de la tourbe de base de Dépet-Montalivet.

Le second faciès, du début de l'Atlantique, présente une Chênaie-mixte très dominante avec Orme et Tilleul ce dernier surtout en nette progression, le Pin en régression et l'Aulne en développement assez rapide. Dans la strate herbacée, il faut noter un net développement des Hygrophiles. Les essences méditerranéennes régressent le plus souvent. Les essences atlantiques se développent de plus en plus. Ce faciès correspond aux tourbes de base de la Pinasse, de Dépet, à la Zone I de Dépet-Montalivet (au-dessus de 30 cm) et à la Zone II de Montalivet.

L'évolution et le passage de l'un à l'autre de ces faciès est bien suivi sur le diagramme de la tourbe de base de Montalivet.

L'ensemble des niveaux tourbeux de base de la Pinasse à Montalivet se situe donc au Boréo-atlantique.

Les niveaux intermédiaires traduisent une évolution continue au cours de la phase atlantique jusqu'au Subboréal (Zones II et III de Dépet à Montalivet, échantillons de sondages du Gurp). Cette évolution se manifeste par deux traits essentiels : augmentation de l'Aulne parfois assez importante et formation d'un type de forêt mixte à Pin maritime et Chênaie en proportions à peu près égales. Dans ces dernières, l'Orme et le Tilleul diminuent puis disparaissent presque complètement. Le Hêtre présent au début de l'Atlantique, disparaît ou se maintient sporadiquement par endroits. Ce type de peuplement forestier, Chêne-Pin dans les zones bien drainées et Aulnaies dans les zones humides, semble lié à la fin de la phase atlantique et subir peu de modifications au cours du Subboréal.

Les anciens sols, base des sables modernes, présentent soit un faciès boisé, soit un stade de déboisement intense (Le Gurp, la Pinasse, Montalivet). Le type boisé correspond aux forêts des dunes anciennes de Gascogne souvent décrites par les auteurs anciens. Il diffère souvent assez peu du faciès subboréal. L'apparition et la multiplication des phases de déboisement semblent être ici le meilleur critère de la phase subatlantique ou de la limite Subboréal-Subatlantique. Ces faciès sont en général en relation avec des vestiges d'industries humaines allant du Néolithique récent aux premiers siècles de notre ère. Ces anciens sols présentent donc une très longue phase d'occupation humaine qui peut commencer en certains points avec la fin du Subboréal.

Cette étude palynologique permet de tenter la datation des différentes phases d'ensablement sur cette portion de littoral au cours du Post-glaciaire.

Du sud de la Pinasse à Montalivet, il est possible de repérer trois niveaux tourbeux fossilisés par trois phases d'ensablement distinctes au sein de l'ensemble

des sables anciens. La dernière nappe d'ensablement porte l'ancien sol base des dunes modernes.

La flore permet de situer le début de la première phase des sables anciens à la fin du Boréal et à la limite Boréo-atlantique. C'est donc à la fin de la phase boréale que les sables anciens ont commencé leur progression et provoqué l'accumulation des tourbes de base à roseaux dans des dépressions marécageuses à l'abri des cordons littoraux qu'ils édifiaient. Cette tourbe a continué à s'édifier au cours du début de la phase atlantique. La forêt de Montalivet existant depuis le Boréal final a persisté durant cette phase jusqu'à ce que les sables en progression viennent la recouvrir et combler les dépressions marécageuses.

Les niveaux intermédiaires permettent de repérer deux phases secondaires de faible amplitude au cours de la phase atlantique, le dernier se situant vraisemblablement à la limite Atlantique-Subboréal.

Les derniers sols représentent la fixation par la végétation de la dernière nappe sableuse ancienne plus importante que les phases intermédiaires. Ces sols se situent à la fin de la phase subboréale ou au Subatlantique.



HAUT-MEDOC

I. - LE LITTORAL DE MONTALIVET A LACANAU-OCEAN

Cette portion du littoral est décrite par FABRE comme présentant une stratigraphie très uniforme. L'argile de base, portant un niveau tourbeux avec parfois des troncs fossiles en place, est signalée par cet auteur jusqu'à Hourtin-plage et en différents points jusqu'à Lacanau-Océan.

Nos observations étalées sur plusieurs années nous ont permis de repérer de nombreux affleurements d'anciens sols et des coupes complètes dans ce secteur [159-160-161-164].

Comme FABRE, nous avons observé des affleurements correspondant aux anciens sols du Médoc, mis à jour sur le littoral actuel par l'érosion marine, et en d'autres points des affleurements correspondant, soit au comblement de dépressions lacustres, soit à des estuaires d'anciens cours d'eau actuellement recouverts par les sables dunaires.

D'après FABRE, au Quaternaire moyen il existait, dans cette région du Médoc, "un vaste bassin ouvert à l'Ouest". Au Quaternaire moderne, les sables anciens ont recouvert ce bassin. Par la suite, il s'est formé "un nouveau réseau hydrographique, consistant en bassins secondaires débouchant en mer par des estuaires largement ouverts et bordés par du sable accumulé en dunes fluviatiles et maritimes". La formation d'importants cordons littoraux a amené l'accumulation des tourbes dans les marais du continent et d'argiles dans les estuaires.

Notre étude, basée sur l'analyse pollinique des nombreux niveaux tourbeux de ces affleurements, recoupe dans l'ensemble ces points de vue, expliquant leur formation, et permet de situer dans le temps leur dépôt et les phases d'ensablement successives.

A. - LE PIN-SEC

Au sud de la plage de Montalivet, le niveau tourbeux supérieur (niveau 4) s'abaisse et arrive au contact du niveau de base (niveau 2). Le niveau de sables anciens (niveau 3) s'escamote et on n'a plus qu'un niveau tourbeux à la base de la falaise dunaire. Cette stratigraphie semble se prolonger sur une dizaine de kilomètres. Mais vers la Maison forestière de St-Nicolas et jusqu'au Pin-Sec on observe de nouveau une stratigraphie plus complète, résumée par la coupe suivante :

10 - Sables dunaires modernes
9 - Deuxième ancien sol très sableux (10 cm)
8 - Sables dunaires (1-1,50 m)
7 - Ancien sol sablo-tourbeux boisé (10-15 cm)
6 - Sables dunaires anciens (2-3 m)
5 - 2me niveau de tourbe (10-15 cm) avec écoulement d'eaux douces
4 - Sables dunaires anciens (70 cm)
3 - Tourbe de marécages (0,76 m) avec écoulement d'eaux douces
2 - Sables aliotisés (30-40 cm)
1 - Argile gris-bleuâtre oxydée en surface, au niveau des basses-mers, parfois très épaisse, 1 m environ en affleurement, probablement plus épaisse dans sa totalité.

Les niveaux inférieurs ne sont visibles qu'après désensablement complet par l'érosion marine, le plus souvent la partie supérieure des sables humifères et la tourbe à roseaux sont seuls visibles sur la plage. L'érosion marine les fait reculer peu à peu jusqu'au pied de la falaise dunaire, où ils ne forment plus parfois qu'une banquette tourbeuse émergeant seule du sable de l'estran.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

L'analyse pollinique des échantillons a permis d'établir un diagramme détaillé. En effet la tourbe de base très compacte a pu, en certains points, être traversée par la sonde de Hiller. Des prélèvements ont été effectués tous les 4 cm sur une épaisseur maximum de 0,76 m.

1° - Tourbe de base (Pl. IX - Diagrammes 1 et 2)

Zone I du diagramme pollinique :

D'une épaisseur de 16 cm, ce niveau sablo-tourbeux forme la base de la tourbe à roseaux. Il doit représenter un très ancien ensablement colonisé par la végétation avant l'instauration du marécage où s'est édifiée la tourbe à roseaux. Il est possible qu'un temps assez long les sépare des niveaux aliotiques inférieurs.

Ce niveau très sableux est assez pauvre en pollens, son analyse s'est révélée cependant particulièrement intéressante et donne les résultats suivants :

Dominance absolue de la Chênaie-mixte (66 à 72 %) avec Orme et Tilleul peu développés. Il faut noter la présence de *Quercus pedunculata*, *Quercus Toza*, abondance de *Quercus Ilex* et, beaucoup moins développé, *Quercus pubescens*. *Pinus* peu abondant avec présence de *Pinus pinaster* aux côtés de *Pinus silvestris* – *Alnus* peu abondant (7-11 %) ainsi que *Betula* (5-6 %) – *Fagus* très peu représenté (3-4 %) – *Corylus* moyennement développé sans grandes pointes (60 à 80 %). Rapport A. P. /N. A. P. élevé (60-65 %).

La strate herbacée est largement dominée par les Ericales, parmi celles-ci signalons particulièrement : *Arbutus Unedo*, *Erica cinerea*, *E. scoparia*, *E. Lusitanica*, *E. ciliaris* et *Dabaecia Cantabrica*.

A côté de ces espèces méditerranéennes-atlantiques et ibéro-atlantiques, il faut noter la présence en pourcentages notables des genres *Cistus* (probablement *Cistus Salviaefolius*), Helianthemum et quelques pollens de *Coriaria*, et *Osyris alba*.

Les Cryptogames vasculaires sont abondantes, dominées largement par *Pteridium aquilinum* avec *Athyrium Filix-femina* secondaire.

Zone II (16-28 cm) :

Dominance marquée de la Chênaie-mixte formée de *Quercus pedunculata* dominant, *Quercus Toza*, *Quercus Ilex* assez abondant et quelques pollens de *Quercus pubescens*. Le Tilleul est assez bien développé et l'Orme assez rare – *Pinus* très peu représenté, type *silvestris* et type *pinaster*, ce dernier en progression – *Alnus* et *Betula* très secondaires – *Fagus* sporadique (2 %) – *Corylus* stationnaire.

Dans la strate herbacée, les Ericales restent largement dominantes mais amorcent une légère régression, parallèlement les Graminées et les Cypéracées commencent à se développer. Signalons quelques pourcentages d'espèces méditerranéennes déjà rencontrées dans le niveau précédent mais en nombre réduit.

Parmi les Cryptogames vasculaires, *Pteridium aquilinum* diminue assez rapidement et *Athyrium Filix-femina* évolue ainsi qu'*Osmunda regalis*.

Zone III (28 à 64 cm) :

La Chênaie-mixte très dominante atteint son maximum (76 %), *Quercus Ilex* commence nettement à diminuer, le Tilleul se développe assez vite et domine nettement l'Orme – *Pinus* en diminution – *Alnus* en progression atteint 25 %, *Betula* très rare – *Fagus* très rare (1-2 %) – *Corylus* irrégulier marque une pointe (90 %) vers la fin de cette zone.
Rapport A. P. /N. A. P. voisin de 60 %.

La strate herbacée est différente de celle de la zone précédente. Les Ericales régressent devant un développement massif des Hygrophiles (Alismacées,

Nymphéacées, Typhacées, Renonculacées) et des Graminées (essentiellement *Phragmites communis*). Cette zone se révèle également extrêmement riche en débris macroscopiques de *Phragmites* et de *Typha*.

Les essences méditerranéennes deviennent beaucoup plus rares.

Les Cryptogames vasculaires très abondantes sont dominées par *Athyrium Filix-femina* et *Osmunda regalis*.

Zone IV (64 à 76 cm) :

Cette zone ne présente pratiquement pas de changement dans la répartition des éléments principaux, mais offre un faciès sédimentologique différent.

Chênaie-mixte dominante mais en légère diminution – *Alnus* continue sa progression – *Corylus* marque plusieurs pointes.

Les autres espèces restent stationnaires.

Dans cette zone, la tourbe devient plus sableuse, les restes macroscopiques de roseaux se raréfient et disparaissent ; par contre, des débris de bois, rameaux, écorces, graines, empreintes de feuilles se montrent en grande abondance. Les derniers centimètres très sableux deviennent pauvres en pollens. En même temps la strate herbacée devient plus riche en Typhacées, Sparganiées et surtout Carex (présence de nombreux macro-restes). Cette association caractérise les phases de comblement des marécages.

La zone IV correspond donc au comblement progressif du marais avec arrêt de la formation de tourbe.

2° – Deuxième niveau tourbeux (niveau 5) (Pl. X – Diagrammes 1 et 2) :

Ce niveau nettement tourbeux ne présente aucun fragment de roseaux et une structure plus sableuse que le niveau inférieur.

La strate arbustive est fortement dominée par le Bouleau (66 %). La Chênaie-mixte ne représente que 20 % de l'ensemble forestier, avec *Quercus* 19 % *(Quercus pedunculata, Quercus Toza* et quelques *Quercus Ilex) Tilia* et *Ulmus* très rares (1 %). L'Aulne ne représente que 6 % ainsi que le Pin (*Pinus pinaster* abondant) et le Hêtre 2 %.

Le *Corylus* est très développé (252 %) avec quelques *Myrica Gale.*
Rapport A.P./N.A.P. de 30 % seulement.

Les espèces herbacées sont caractérisées par une énorme abondance de pollen d'Ericales (502 sur 678 N.A.P. comptés). Elles se rapportent essentiellement à *Erica cinerea, Erica Tetralix, E. vagans,* quelques *Erica Lusitanica* et *Calluna vulgaris.*

Les autres genres se répartissent entre quelques pourcentages de Cypéracées, d'Hygrophiles, d'Héliophiles (Urticacées et Composées) et de Papilionacées.

Les Cryptogames vasculaires assez abondantes sont surtout représentées par *Athyrium Filix-femina, Osmunda regalis* et *Selaginella.*

3° – **Premier ancien sol tourbeux** (niveau 7) (Pl. X – Diagrammes 1 et 2) :

En certains points du littoral du Pin-Sec, ce niveau se présente sous des faciès floristiques différents.

a)– En stratigraphie avec le niveau 5 (faciès A) :

Sol très sableux cependant assez riche en pollens.

La Chênaie-mixte représentant 56 % de la strate arbustive est formée essentiellement de *Quercus pedunculata* et *Quercus Toza* mais aussi de *Quercus Ilex* assez bien développé et de quelques pollens de *Quercus pubescens*. L'Orme et le Tilleul sont nuls ou sporadiques, toujours inférieurs à 1 %.

Le Pin est en progression (21 %) avec Pinus pinaster bien développé – Le Bouleau en régression représente 12 % et l'Aulne 10 % de l'ensemble – Le Hêtre très rare, ne dépasse pas 1 à 2 % – *Corylus* 50 % – *Salix* 24 %.
Rapport A. P. /N. A. P. = 40 %.

La strate herbacée est dominée par les Ericales, les Graminées, les Cypéracées, les Hygrophiles assez nombreuses et quelques Héliophiles. Les Cryptogames vasculaires sont très rares : *Athyrium Filix-femina* et sporadiquement *Pteridium aquilinum.*

b)– Ce même niveau peut présenter en certains points un faciès plus riche en chênaie-mixte (62 %), *Pinus* 25 %, *Betula* 8 %, *Fagus* 2 %.
Rapport A. P. /N. A. P. = 55 %.

Les herbacées sont très fortement dominées par les Ericales et les Graminées.

c)– Environ 300 m vers le Sud (faciès 7 B) :

Niveau tourbeux boisé moins sableux que le précédent.

La composition pollinique est la suivante : Chênaie-mixte 42 % avec *Quercus pedunculata* très dominant, Orme et Tilleul nuls. Pinus 24 % avec *Pinus pinaster* dominant. *Betula* 27 %, *Alnus* 7 %, *Salix* 210 % et *Corylus* 170 %.
Rapport A. P. /N. A. P. = 67 %.

Les Ericales sont abondantes, les Cypéracées, Graminées et Hygrophiles sont en pourcentages à peu près égaux. Il s'y ajoute quelques Héliophiles *(Plantago, Artemisia, Chénopodiacées).*

Les Cryptogames vasculaires assez rares sont représentées par *Athyrium Filix-femina, Osmunda regalis* et *Pteridium aquilinum* très rares.

4° – Deuxième ancien sol (niveau 9) (Pl. X – Diagrammes 1 et 2) :

Ce niveau très sableux présente la composition pollinique suivante : *Pinus pinaster* 48 %, *Quercus pedunculata* 28 %, *Alnus* 15 %, *Betula* 9 %, *Corylus* 60 %.

Les essences herbacées sont largement dominées par les Ericales *(Calluna vulgaris, Erica cinerea, Erica scoparia, Arbutus Unedo)* puis secondairement par les Graminées et les Cypéracées, auxquelles s'ajoutent des Héliophiles telles que : Composées, Crucifères, Chénopodiacées, Rumex, Plantago.

L'étude de l'ensemble de ces niveaux est particulièrement instructive. Les niveaux inférieurs (tourbe sableuse et base de la tourbe à roseaux) sont caractérisés par un type floristique indiquant un climat chaud et relativement sec, précédant l'instauration des conditions atlantiques représentées par les Zones III et IV de la tourbe. Il semble donc qu'au moment où ces conditions s'établissent, il régnait déjà un climat aussi chaud mais nettement moins humide. Le niveau inférieur (Zone I) représente un optimum climatique à caractère xérothermique. La présence d'espèces méditerranéennes, méditerranéennes-atlantiques et ibéro-atlantiques vient renforcer ce point de vue. Il appartient à la même phase climatique que les niveaux de base de Dépet-Montalivet (début de la Zone I) et de Montalivet (Zone I) dans lesquels se rencontre le même type de flore, donnant au climat une tonalité originale nettement chaude et sèche.

La Zone II semble refléter la continuation atténuée des conditions précédentes.

Ces deux zones correspondent à un état boisé dense précédant l'instauration du régime atlantique et le début de la formation des marécages. Elles se situent, comme celles de Dépet-Montalivet, à la fin de la phase boréale et à la limite boréo-atlantique.

Les Zones III et IV reflètent nettement l'établissement d'un climat probablement aussi chaud mais beaucoup plus humide, avec développement progressif de l'Aulne et des Hygrophiles qui remplacent totalement les Ericales. Ces niveaux sont tout-à-fait comparables aux niveaux de base de la Pinasse à Dépet, de Dépet, de Dépet-Montalivet (Zone I au-dessus de 30 cm) et de la Zone II de Montalivet.

Comme ces derniers, ils peuvent se situer au début de la période atlantique. Ces niveaux à roseaux se sont édifiés dans un marécage d'eau douce, parfaitement isolé des eaux marines, ainsi que le montre l'absence totale de toutes espèces halophiles. Ce marais était probablement abrité par un important cordon littoral et suffisamment éloigné de l'estran de cette époque, situé par conséquent nettement plus à l'Ouest.

Les niveaux tourbeux supérieurs (niveaux 5, 7 et 9) traduisent une évolution au cours de la phase atlantique, de la phase subboréale et subatlantique. Mais ici, des faciès variés ont pu être mis en évidence ; ils permettent de préciser certains points et de revoir la datation d'autres gisements.

Tout d'abord, nous trouvons ici un faciès à Bouleau dominant, correspondant à la reconquête forestière de la phase d'avancée des sables qui la sépare des tourbes à roseaux inférieures. D'après les caractères des niveaux sous-jacents et sus-jacents, cette couche se situe nettement au cours de la phase atlantique. Ce fait permet ainsi de dater d'autres phases à Bouleau présentes en d'autres points du littoral.

Le premier ancien sol peut représenter un faciès assez voisin du précédent avec dominance du Saule, du Noisetier et du Bouleau. Mais, en certains points, ce niveau apparaît notablement plus riche en Chênaie avec Pin en progression (surtout *P. Pinaster*) et Aulne variable. Ces deux faciès rattachent ce niveau à la fin de l'Atlantique et au Subboréal. Nous avons ici un bon exemple du type de forêt climatique qui a pu se maintenir très longtemps de la fin de l'Atlantique à la phase subatlantique. Ce type de forêt est caractérisé par les Chênes (surtout *pedunculata* et *Toza*) l'Orme et le Tilleul très rares ou nuls, *Fagus* nul ou sporadique, *Pinus pinaster* comme seconde essence principale.

La multiplicité des faciès rencontrés ici est extrêmement riche d'enseignement pour l'interprétation des ensembles floristiques rencontrés sur d'autres points du Médoc. Ils illustrent la difficulté, dans nos régions, des datations précises se rapportant à des niveaux isolés. Les faciès floristiques de l'optimum climatique ont pu se maintenir longtemps après cette phase, les grands changements climatiques sont alors terminés, et les clichés établis dans les régions du Nord et Nord-Ouest de l'Europe ne peuvent plus être utilisés ici.

Mais, en d'autres points, dès la fin de la phase atlantique, les Chênaies-mixtes ont pu être concurrencées et supplantées par l'Aulne et le Saule sur les zones humides ou par le Bouleau et le Noisetier sur les zones claires et déboisées.

En outre, il semble démontrer qu'il y ait eu, comme dans la région Dépet-Montalivet, plusieurs phases d'avancées des sables au cours de la phase atlantique.

Le deuxième sol tourbeux se rapporte à la fin de la phase subboréale ou au début de la phase subatlantique, avec forêts mixtes à Pin maritime dominant et Chênaie (à Chêne seul). Les herbacées présentent de nombreuses Héliophiles caractéristiques du défrichement et des premières cultures.

5° – Vers le Sud, à 600 m environ du gisement décrit plus haut, on peut observer un affleurement présentant une stratigraphie différente.

4 – Sables dunaires
3 – Sables humifères (15-20 cm)
2 – Alios (50-60 cm)
1 – Argile gris-bleuâtre au niveau des basses-mers (1 m environ).

Les observations pratiquées à plusieurs reprises pendant trois ans n'ont jamais révélé de niveaux de tourbes de marécages, ni aucun autre niveau tourbeux ou ancien sol dans la coupe des dunes.

L'analyse pollinique des sables humifères portés par l'alios donne des résultats intéressants : *Pinus pinaster* 12 %, *Quercus pedunculata* 4 %, *Alnus* 84 %, *Corylus* 24 %, *Salix* 28 %.

Strate herbacée dominée par les Ericales (428 sur 530 pollens comptés) quelques Cypéracées, Graminées, Hygrophiles, Rosacées, Composées, Polygonacées. Rapport A. P. /N. A. P. = 30 % seulement.

Ce contenu pollinique est évidemment très différent de celui des niveaux de base trouvés plus au Nord. Il situe ce niveau beaucoup plus tard, au cours du Post-atlantique. Retenons à ce point de vue l'absence de l'Orme, du Tilleul, du Hêtre et la dominance absolue de l'Aulne indiquant un faciès de zone humide, entourés de Saulaies et de landes à Ericales. La faible valeur du taux de boisement renforce l'hypothèse de vastes zones déboisées.

Ce faciès se situe au Post-glaciaire récent, donc beaucoup plus tard que les niveaux de base décrits précédemment. Il est possible qu'il s'agisse d'un dépôt de comblement d'un estuaire de cours d'eau, à une phase relativement récente du Post-glaciaire.

Il s'agit évidemment d'une hypothèse tentant d'expliquer les faits. Nous n'avons pu malheureusement observer le passage latéral et le raccord entre les couches du Nord au Sud. Cependant, les contenus polliniques excluent toute possibilité de contemporanéité.

B.- LE LITTORAL DE HOURTIN

Au niveau de la station de Hourtin-plage et sur environ 5 km au sud, on peut repérer un niveau tourbeux à la base de la falaise dunaire ; dans l'ensemble de ce secteur, il n'a pas été possible de repérer une stratigraphie aussi complète qu'au Pin-Sec. On observe ici de bas en haut :

5 - Sables dunaires modernes
4 - Ancien sol grisâtre
3 - Sables dunaires anciens (2,50-3 m)
2 - Tourbe sableuse (0,30 m)
1 - Alios très érodé (0,80-1 m).

Le soubassement de l'alios n'a pas été observé car il est toujours recouvert par les sables de l'estran.

La tourbe sableuse (niveau 2) renferme parfois des sections de troncs d'arbres en place.

L'analyse pollinique de ce niveau donne : *Pinus* assez peu développé 11 % *(Pinus silvestris* et *pinaster)* Chênaie-mixte dominante 67 %, avec présence en pourcentages notables de l'Orme et du Tilleul, *Alnus* 16 %, *Betula* 4 %, *Fagus* 2 %. Rapport A.P./N.A.P. = 54 %.

Les principales herbacées sont : les Ericales dominantes, puis les Graminées et les Cypéracées moyennement développées. On rencontre irrégulièrement quelques Hygrophiles, des Rosacées, des Papilionacées et des Héliophiles (Plantaginacées. Crucifères, Composées, Polygonacées et Urticacées).

Signalons particulièrement dans cette flore la présence d'*Erica cinerea* et *scoparia, Arbutus Unedo,* quelques pollens de Cistacées et de *Quercus Ilex* abondant dans les Chênaies au côté de *Quercus pedunculata* et de *Quercus Toza.*

On peut rencontrer, en certains points, un faciès plus riche en Aulne, composé de : *Pinus* 14 %, Chênaie 50 %, *Alnus* 22 %, *Betula* 10 %, *Fagus* 2 %, *Fraxinus* 2 %.

Le faciès d'optimum climatique de ce niveau se rattache nettement aux niveaux de base de Montalivet et du Pin-Sec, avec développement local plus marqué de l'Aulne, en certains points. Notons la présence, ici encore, d'espèces méditerranéennes (*Quercus Ilex, Arbutus Unedo,* Cistacées) renforçant le parallélisme de l'ensemble de ces niveaux.

La composition de la flore la rattache donc au début de la phase atlantique ou à la limite boréo-atlantique si l'on retient la présence des espèces méditerranéennes, mais dans un cadre nettement plus humide que plus au Nord (développement de l'Aulne, présence des Hygrophiles, absence presque totale, tout au moins en certains points, des Méditerranéennes).

A 12 km au sud de Hourtin-Plage, au lieu-dit le "Crohot des cavales", on peut observer un important dépôt d'argile sur la plage. En ce point, la stratigraphie est la suivante :

1 - Alios érodé au niveau des basses-mers (70 cm)
2 - Argiles gris-bleuâtre (0,80-1 m)
3 - Sables dunaires.

L'argile porte de nombreux troncs d'arbres *(Pinus pinaster)* en place, recouverts à haute mer. Ces restes de troncs très nombreux évoquent une véritable forêt fossile.

La comparaison de la stratigraphie et l'observation minutieuse des couches sur 1 km au nord et au sud de ce point permettent de penser que ce niveau argileux passe latéralement au niveau tourbeux décrit précédemment, les niveaux aliotiques de base identiques morphologiquement étant en continuité. Un faciès semblable, nous le verrons, s'observe sur le littoral de Lacanau-Océan.

Il doit s'agir d'argile de comblement d'un estuaire plus ou moins contemporain du dépôt tourbeux. La position stratigraphique de cette argile reposant sur un alios, est fort différente de celle observée jusqu'ici dans le Bas-Médoc, où l'argile portait au contraire un niveau aliotique très développé.

Cette argile du Crohot des cavales représente une formation d'estuaire beaucoup plus récente que l'argile sous-jacente aux alios de base du Bas-Médoc.

La futaie de Pin maritime peut correspondre à une végétation établie postérieurement à une époque peut-être assez récente. Au sud de Montalivet, il est possible d'observer un cas semblable déjà signalé par FABRE.

C.- LITTORAL DE CARCANS

1°- Carcans-plage (km 51) :

Sur la plage de la station de Carcans, on peut observer, après désensablement de la côte, un niveau tourbeux souvent assez sableux et boisé, ne présentant pas les caractères d'une tourbe de marécage, mais plutôt ceux d'un ancien sol de forêt. Ce niveau repose sur un alios très épais. En stratigraphie, avec ces niveaux, nous avons pu observer un ancien sol dunaire grisâtre, sableux, très pauvre en pollens, situé directement à la base des dunes modernes.

La coupe observée est donc :

6 - Sables dunaires modernes
5 - Ancien sol (10-15 cm)
4 - Sables dunaires anciens (2-3 m)
3 - Tourbe (0,30 m)
2 - Sables noirs (0,30 m)
1 - Alios (0,70 m).

Le niveau de base révèle un contenu pollinique caractérisé par : *Pinus* 16 % (*Pinus pinaster* pour quelques pourcentages), Chênaie 65 %, avec Orme et Tilleul présents mais peu développés, *Alnus* 14 %, *Betula* 3 %, *Fagus* 2 %, *Corylus* 36 %. Rapport A.P./N.A.P. = 59 %.

La strate herbacée est dominée par les Graminées, et secondairement par les Cypéracées et les Ericales, auxquelles s'ajoutent quelques Hygrophiles et de rares Rosacées, Composées, Polygonacées, Chénopodiacées. Les Cryptogames vasculaires sont rares, quelques *Athyrium* et Polypodes.

Notons la présence de quelques pourcentages d'essences méditerranéennes au sens large : *Quercus Ilex, Cistus, Arbutus Unedo. Erica cinerea, Erica scoparia.*

En certains points, ce niveau présente un faciès de zone plus éclairée avec Aulne et *Betula* plus développés, ainsi que les Ericales. On a ici superposition de deux faciès locaux, l'un de zone claire, landes à Bouleau et Ericales, et l'autre de zone humide à Aulne et Hygrophiles.

La tourbe de base de Carcans-plage se relie parfaitement à celle observée sur le littoral de Hourtin, avec les mêmes caractères climatiques très homogènes et ceux-ci sont certainement contemporains. Ils peuvent se situer par comparaison avec les niveaux de base du Bas-Médoc au début de la phase atlantique.

2°- Sud de Carcans :

A trois kilomètres au sud de Carcans-plage, à la limite des communes de Carcans et de Lacanau, un nouvel affleurement d'anciens sols apparaît. On peut observer la coupe suivante :

7 – Sables dunaires modernes
6 – Ancien sol (0,10-0,15 m)
5 – Sables dunaires anciens (2-4 m)
4 – Tourbe compacte à roseaux (0,50 m) avec écoulement d'eau douce et parfois des troncs d'arbres en place
3 – Sables gris (0,20 m)
2 – Sables noirs humifères (0,20 m)
1 – Sables aliotiques (0,80-1 m) au niveau des basses-mers.

Les niveaux observés coïncident à peu près exactement avec la description et la coupe données par FABRE dans cette région.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES (Pl. XI – Diagrammes 1 et 2)

1° – Sables humifères (Zone I du diagramme) :

Pauvre en pollens, ce niveau révèle la flore suivante :

Pinus silvestris dominant – Chênaie-mixte peu développée 15 % – Orme et Tilleul absents, *Alnus* 1 à 3 %, *Betula* 5 à 3 %, *Corylus* assez abondant 92 à 110 %. Rapport A.P./N.A.P. voisin de 60 %.

La strate herbacée est dominée par les Ericales, les Graminées et les Composées.

2° – Tourbe à roseaux (Zone II du diagramme) :

Des prélèvements tous les 10 cm ont été effectués à la sonde de Hiller.

Niveau 40-50 cm : Pinus dominant (52 %) avec quelques *Pinus pinaster* aux côtés de *Pinus silvestris,* Chênaie-mixte 23 % seulement *(Quercus pedunculata* dominant, rares *Quercus Ilex,* Tilleul et Orme rares), *Alnus* 14 %, *Betula* 8 %, *Corylus* 92 %, *Salix* 3 %.
Rapport A.P./N.A.P. = 50 %.

Les herbacées sont dominées par les Hygrophiles, puis les Ericales *(Erica ciliaris, E. vagans, E. Tetralix, E. Mediterranea)* et les Graminées en proportions à peu près égales. Notons la présence d'essences méditerranéennes et méditerranéennes-atlantiques : *Arbutus Unedo, Erica cinerea* et *Erica scoparia, Osyris alba.*

Les Cryptogames vasculaires sont représentées par *Athyrium Filix-femina.*

Niveau 50-60 cm : Dans ce niveau, le Pin est en diminution (34 %) devant le développement rapide des Chênaies (48 %), l'Aulne, le Bouleau et le Hêtre sont stationnaires. Le *Corylus* diminue fortement tombant à 29 %.
Rapport A.P./N.A.P. = 60 %, traduit un état boisé plus dense.

Les Graminées et les Cypéracées se développent et dominent la strate herbacée avec les Hygrophiles ; les Ericales sont en nette diminution. Les espèces méditerranéennes, trouvées au niveau précédent, se maintiennent ou augmentent *(Quercus Ilex)* ; il s'y ajoute le genre *Cistus*.

Niveau 60-70 cm : Peu de changement dans la flore de ce niveau : *Pinus* 36 % (avec toujours *Pinus silvestris* abondant et quelques *Pinus pinaster*), Chênaie en progression (54 %), *Alnus* en nette décroissance (6 %), *Betula* 2 %, *Corylus* 20 %, *Salix* 2 %.

Les herbacées sont caractérisées par la dominance des Hygrophiles, des Graminées et des Cypéracées.

Niveau 70-80 cm : Ce niveau est caractérisé par une nette augmentation de la Chênaie qui atteint 62 %. Comme dans le niveau précédent, l'Aulne est en régression (6 %), le Pin se maintient assez important 30 %.
Rapport A.P./N.A.P. = 65 %.

Niveau 80-90 cm : Les différentes espèces restent stationnaires : Chênaie 59 %, *Pinus* 30 %, *Alnus* 8 %, *Betula* 2 %, *Fagus* 1 %, *Corylus* 26 %.
Rapport A.P./N.A.P. = 62 %.

La strate herbacée dans les deux derniers niveaux présente les mêmes caractères essentiels : très légère diminution des Hygrophiles ; dominance des Graminées et des Cypéracées ; légère augmentation des Ericales.

Dans cet ensemble, il faut remarquer surtout l'évolution des Chênaies concurremment à la diminution du Pin sylvestre, l'établissement d'un état boisé plus dense entraînant une réduction des zones de landes à Ericales et des essences héliophiles et pionnières telles que Corylus et Betula. En outre, dans le niveau de base de la tourbe, les Hygrophiles très développées indiquent l'existence de vastes marécages où s'édifiait la tourbe à roseaux. Vers le sommet, ce marécage semble évoluer en roselière peuplée de Phragmites et de Cypéracées, avec diminution des plantes aquatiques, submergées et flottantes. La présence d'espèces méditerranéennes indique en outre une évolution climatique vers des conditions plus sèches.

Le développement des Thermophiles arbustifs permet de situer l'ensemble de ce dépôt au cours d'une phase d'amélioration thermique.

Peut-on rattacher ce niveau tourbeux aux niveaux de base rencontrés plus au nord jusqu'à Hourtin ?

Il faut remarquer les caractères différentiels de cette flore. Notons tout particulièrement le développement relatif, à tous les niveaux, du Pin sylvestre qui persiste à côté des Thermophiles en pourcentages assez importants. Il faut signaler également que les conditions d'ensemble restent beaucoup plus humides et que les espèces méditerranéennes, beaucoup moins développées, indiquent un climat dont le caractère xérothermique est moins marqué.

On a donc ici un diagramme plus diffus, avec persistance du Pin sylvestre et dominance, parmi les herbacées, des Cypéracées, des Hygrophiles et des Graminées, pour la plupart espèces de marécages.

Le dépôt de cette tourbe à roseaux pourrait se situer plus tôt que celui des tourbes de base rencontrées plus au nord. Ce point de vue sera repris plus loin après l'étude des niveaux similaires de Lacanau-Océan.

Le niveau le plus inférieur, sableux et humifère, présente une flore encore dominée par le Pin sylvestre ; elle se rapporte à une période ancienne, non rencontrée jusqu'ici sur le littoral et se situant beaucoup plus tôt dans la phase boréale.



D.- LITTORAL DE LACANAU-OCEAN

De nombreux affleurements ont pu être repérés et prélevés en différents points de ce littoral, entre le km 55 (en face de la Maison forestière de l'Alexandre) et la station de Lacanau-Océan, au km 60.

1°- Littoral de l'Alexandre (km 55) :

Quand le désensablement est complet, la coupe observée en 1960-1961, peut être complétée comme suit :

9 - Sables dunaires modernes
8 - Ancien sol tourbeux boisé, avec fragments de troncs dans la couche (10-15 cm)
7 - Sables dunaires anciens (1,50-2 m)
6 - Deuxième niveau de tourbe feuilletée parfois boisée (0,15 m)
5 - Sables dunaires anciens (1,50-2 m)
4 - Tourbe à roseaux avec écoulement d'eaux douces (0,30 m)
3 - Sables gris (0,20 m)
2 - Sables noirs humifères (0,30 m)
1 - Alios très épais (0,50-1 m) formant corniche sur la plage dans la zone de balancement des marées.

La stratigraphie de ces niveaux de base correspond exactement à celle rencontrée au sud de Carcans-plage. Mais ici on rencontre plusieurs niveaux tourbeux supérieurs. Les niveaux de base sont en continuité du sud de Carcans à l'Alexandre.

La corniche d'alios s'étend jusqu'au niveau des basses-mers. Elle est recouverte à marée haute.

Dans les deux gisements, les sables tourbeux de base présentent de place en place des troncs d'arbres fossiles dont les racines et parfois la base des troncs sont enrobées dans la couche aliotique.

2°- De l'Alexandre au km 57 :

On observe une stratigraphie analogue à la précédente. Le niveau sablo-humifère de la base présente ici encore des fragments de troncs et des racines dans l'alios. En certains points, l'érosion marine ayant enlevé les niveaux sus-jacents, l'alios se présente au voisinage des basses-mers avec des fragments de racines émergeant de la couche aliotique très érodée.

Au km 57, signalons deux faits intéressants :

Nous avons observé des sections de troncs d'arbres implantées directement dans la couche de tourbe à roseaux. Ces restes très bien conservés appartenaient à des arbres de grande taille ; l'un d'eux présente un diamètre de 0,50 m et une hauteur de 0,55 m.

D'autre part, un peu au nord de ce point, la deuxième couche tourbeuse boisée (niveau 6) s'abaisse et vient en contact avec la tourbe à roseaux. Cette observation avait déjà été faite par FABRE qui indiquait : "le sol ancien vient ainsi rejoindre la couche de tourbe littorale, de sorte que les arbres de la bordure de la forêt de la dune ancienne viennent s'enraciner dans la couche de tourbe T 1". La tourbe T 1 représentant la tourbe à roseaux, ceci correspond à notre observation du point de vue stratigraphie et situation.

Il semblait possible d'émettre l'hypothèse que les troncs implantés dans la tourbe étaient bien différents de ceux appartenant aux niveaux inférieurs des sables humifères, qu'il ne s'agissait pas, comme on pouvait le penser au premier abord, des précédents perçant la couche tourbeuse, mais de restes fossiles appartenant au niveau tourbeux supérieur, venu en ce point en contact avec la tourbe de base. Donc, il s'agirait d'éléments beaucoup plus récents que ceux portés par les sables inférieurs.

Une étude histologique de coupes pratiquées dans les deux séries de troncs fossiles, montre que les troncs appartenant aux sables humifères correspondent à Pinus silvestris, tandis que ceux enracinés dans la tourbe appartiennent à Pinus pinaster. Il y a donc ici une première confirmation de notre hypothèse.

Il peut évidemment s'agir d'éléments implantés dans les anciens sols, secondairement, à une époque plus récente. L'analyse pollinique du deuxième niveau tourbeux en contact avec la tourbe à roseaux montre l'abondance du Pinus pinaster et rien donc ne s'oppose à ce que les troncs fossiles soient bien contemporains de ce niveau.

3° – Littoral au km 58 :

Sur ce point du littoral, un faciès nouveau a pu être repéré en 1961 ; par la suite, un désensablement moins complet n'a plus permis d'observer cette stratigraphie.

Sur la plage, jusqu'au niveau des basses-mers, on retrouve, en continuité avec celui décrit plus haut, un niveau d'alios d'une épaisseur maximum de 1 m, le plus souvent très érodé et raviné, avec de nombreuses racines en place.

Sur cet alios apparaît une couche d'argile épaisse de 0,75 à 0,80 m, de couleur gris-bleuâtre très oxydée en surface. Elle est parfois plus ou moins tourbeuse à la base et renferme souvent de nombreux débris de joncs ou de roseaux. Cette argile se moule exactement sur les surfaces d'érosion de l'alios, ce qui semble indiquer que le dépôt de l'argile s'est effectué postérieurement à l'érosion de l'alios. On a donc la coupe suivante :

5 – Sables dunaires modernes
4 – Ancien sol grisâtre, visible par place seulement
3 – Sables dunaires anciens
2 – Argile (0,75-0,80 m)
1 – Alios (1-1,50 m).

Il est possible qu'un temps assez long ait séparé la formation d'alios et le dépôt de l'argile, pendant lequel les niveaux sableux et tourbeux de base, rencontrés jusqu'ici, ont été érodés ainsi que la surface de l'alios.

En remontant vers le nord (entre le km 58 et le km 57), on peut observer (tout au moins quand l'état de la côte est favorable), le passage latéral entre la base de l'argile et le sommet de la couche tourbeuse de base, (c'est-à-dire de la couche 6 descendue à ce niveau). Ce passage se traduit par un faciès de tourbe argileuse contenant des débris de bois et de végétaux, devenant de plus en plus argileuse et se chargeant de débris de joncs vers le sud.

Il semble bien que l'argile soit contemporaine de ce deuxième niveau tourbeux, donc beaucoup plus récente que les tourbes, sables et alios de base.

En 1936, M. MONTEL a découvert dans cette argile un niveau abondant en coquilles de mollusques marins. FABRE signale ce fait ainsi que la présence de galets d'argile coquillière jusqu'à 5 km au sud de la station de Lacanau, au niveau de la Maison forestière du Lion.

Nous avons nous-mêmes vérifié ces faits, mais n'avons pu observer de niveau à coquilles en place au sud de Lacanau-Océan.

Il est possible de penser avec FABRE qu'il s'agit là d'un dépôt fluvio-marin représentant le comblement d'un estuaire.

Il faut noter que, ici comme au Sud de Hourtin au Crohot des cavales, l'argile repose sur un alios représentant des niveaux plus anciens. Cette argile est donc plus récente que celle rencontrée à la base des affleurements du Bas-Médoc jusqu'au Pin-Sec.

4° – Du km 59 au km 60 :

Au km 59, l'argile se retrouve sur la plage sur 1,50 m d'alios. Cette stratigraphie se continue jusqu'au km 60.

Cette formation peut être suivie sur un ou deux kilomètres au sud de la station. Le sondage donné par FABRE, en face de la station de Lacanau-Océan, semble indiquer que l'on se trouve en ce point au centre d'un estuaire dont l'argile décrite plus haut serait un épisode de comblement, probablement équivalente au niveau 2 du sondage de FABRE, au voisinage du zéro marin. Cette phase argileuse finale du comblement peut très bien se raccorder aux anciens sols (niveau 6) de la région nord jusqu'aux km 57-58.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES (Pl. XII – Diagrammes 1 et 2)

1° – Sables tourbeux (Zone I des diagrammes) :

Ce niveau présente une flore caractérisée par la dominance absolue du Pin sylvestre (82 %). La Chênaie est très peu développée (12 % à 14 %) avec pour seul représentant *Quercus pedunculata*. L'Aulne n'est pas présent. *Betula* et *Fagus* sont très rares.

Cette flore à Pin sylvestre presque exclusif se rattache de façon évidente à un épisode ancien du Post-glaciaire, début du Boréal, avec première apparition des feuillus. Comme nous l'avons dit, l'étude histologique des échantillons, prélevés sur les troncs en place dans ce niveau, permet de les rapporter à Pinus silvestris. Nous sommes donc en présence d'un ancien sol de forêt à Pinus silvestris presque exclusif.

Le sous-bois à Calluna vulgaris et Héliophiles dominantes renforce le caractère climatique assez froid et sec, donc nettement plus continental que l'actuel, de cette couche.

Le niveau de sables tourbeux en question représente donc une très ancienne phase d'ensablement comparable, par sa stratigraphie et sa flore, aux niveaux de base du sud de Carcans et de la région du Pyla. Il est donc très différent des niveaux de base rencontrés dans cette étude en Bas-Médoc et dans la région de Hourtin-Carcans.

2° – Tourbe à roseaux :

Cette tourbe très riche en débris macroscopiques (épidermes, tiges, graines) de Graminées se rapportant pour la plus grande part à *Phragmites communis*. de Cypéracées, de Typhacées, de Juncacées, d'Alisma et de Renonculacées, présente également de nombreux fragments de bois de conifères à ponctuations aréolées et des vaisseaux scalariformes de Fougères. On y rencontre encore des fragments d'épis sporifères d' *Equisetum* et des sporanges de Polypodiacées.

Les pollens sont rencontrés en grand nombre. Ils traduisent, pour les essences arbustives, une diminution nette du Pin (60 %) représenté par *Pinus silvestris* avec quelques pollens de *Pinus pinaster*. Les feuillus commencent à se développer ; la Chênaie-mixte passe à 22 % : au Chêne vient s'ajouter l'Orme et le Tilleul (5 %), complétant la Chênaie-mixte classique. Les autres essences restent peu représentées.

Il faut noter le développement important du Noisetier et du Saule.

Dans la flore herbacée, de grandes modifications apparaissent. Les Hygrophiles deviennent très fortement dominantes *(Phragmites*, Typhacées, *Alisma. Potamogeton),* avec présence de nombreuses espèces aquatiques *(Hydrocharis. Lemna, Myriophyllum)* ou nageantes *(Caltha, Nymphea, Hydrocotyle).* Ces genres et espèces donnent un échantillonnage de la flore qui peuplait la dépression marécageuse dans laquelle s'est édifié le niveau tourbeux. Ces mêmes plantes ont contribué à la formation du dépôt lui-même, comme l'indique la présence de très nombreux débris macroscopiques.

Des espèces d'écologie différente se rapportant au sous-bois forestier, se rencontrent également ici, mais avec des pourcentages moins élevés. Il s'ensuit que la proportion élevée des plantes herbacées par rapport aux essences forestières ne semble pas devoir être interprétée ici dans le sens habituel (existence

de grands espaces découverts). Elle est une conséquence du mode de formation du dépôt qui apparaît formé d'un magma des plantes qui peuplaient le marécage. Leurs pollens ne peuvent donc être que sur-représentés dans ce dépôt. Les environs de ce marécage devaient être occupés par des forêts denses. Les pourcentages polliniques indiquent une prédominance du Pin sylvestre. La Chênaie-mixte est assez bien développée, le Tilleul et l'Orme bien que rares sont cependant présents aux côtés du Chêne pédonculé.

Le niveau de tourbe à roseaux présente donc une flore bien différente de celle des sables humifères inférieurs. Les plantes rencontrées impliquent une nette amélioration thermique favorisant le développement des feuillus en même temps que se manifeste une forte humidité locale. Les feuillus ont été précédés par les espèces pionnières telles que le Noisetier, encore largement développé dans les espaces clairs.

Cependant les feuillus thermophiles sont encore dominés par le Pin sylvestre. Cet épisode peut se situer au début de l'amélioration thermique dans notre région, au moment de l'arrivée des Thermophiles qui commencent leur compétition avec les espèces déjà en place. On est encore très éloigné du bel optimum climatique révélé par les tourbes de base du Bas-Médoc et de Hourtin-Carcans. Ces caractères semblent placer ce dépôt dans la première moitié de la phase boréale, au début de l'amélioration thermique qui a dû être précoce et rapide dans cette région de plaine du Sud-Ouest.

Il s'agit donc de niveaux plus anciens que ceux rencontrés plus au Nord. En outre, ils semblent correspondre à une phase fortement humide du Boréal.

Vers le sud de l'Alexandre, la tourbe à roseaux atteint une épaisseur de 0,40 m. L'analyse pollinique permet de distinguer deux zones floristiques : (Zones II et III des diagrammes)

Zone II :

Cette zone contient : Pinus 73 % (*Pinus silvestris* dominant, quelques rares *Pinus pinaster*) – Chênaie-mixte à *Quercus pedunculata* très dominant (18 %) – *Alnus* 5 %, *Betula* 2 %, *Corylus* 100 %, *Salix* 20 à 50 %.
Rapport A.P./N.A.P. > 52 %.

Les herbacées sont dominées par les Hygrophiles. Il faut noter le très grand développement des Cryptogames vasculaires surtout Athyrium Filix-femina 157 pour 100 A.P. et Osmunda regalis 44 pour 100 A.P.

Cette zone reflète un faciès latéral de la tourbe à roseaux précédente. La flore arbustive, à peu près identique, la situe bien à la même époque, dans des conditions locales un peu différentes.

L'humidité locale est moins forte, les Hygrophiles sont moins sur-développées. Il s'agit d'un faciès de zones fraîches à Cryptogames vasculaires en bordure d'un marécage.

Zone III :

Cette zone est caractérisée par le développement marqué de la Chênaie-mixte qui atteint 48 %, l'Aulne et le Tilleul commencent à se développer. Le Pin sylvestre auquel se mélangent quelques pollens de *Pinus pinaster,* ne représente plus que 40 %, le Bouleau et l'Aulne sont faiblement représentés, 4 % et 8 %. Le *Corylus* n'atteint que 55 % et le Saule est rare, 4 % au sommet de cette zone.

Les herbacées principales sont les Ericales plus développées, les Graminées et les Cryptogames vasculaires.
Rapport A.P./N.A.P. = 55 %.

Dans cette zone, la flore arbustive plus intéressante, traduit le développement marqué de la Chênaie parallèlement à une régression du Pin sylvestre. Notons surtout l'apparition du Pin maritime et de quelques pollens de *Quercus Ilex.* Signalons encore quelques pollens de Cistacées et le développement plus marqué des Ericales.

Ceci semble indiquer une évolution climatique dans le sens d'une accentuation de l'amélioration thermique et surtout l'apparition de quelques signes de décroissance de l'humidité ambiante.

Le sommet de ce niveau semble correspondre au début de la phase d'optimum climatique chaud et sec réalisé pleinement à la fin du Boréal.

3° – Deuxième niveau tourbeux (niveau 6) (Pl. XIII – Diagrammes 1 et 2) :

Ce niveau, séparé du précédent par 1,50 à 2 m de sables anciens, contient une flore pollinique très différente : *Pinus* 55 à 60 % (dans lesquels 4 % seulement de *Pinus silvestris),* Chênaie 40 à 33 % (avec Orme et Tilleul très rares) *Betula* 3 %, *Fagus* 2 %, *Alnus* 5 à 3 %, *Corylus* 60 à 116 %, *Salix* 35 à 40 %.
Rapport A.P./N.A.P. > 60 %.

La strate herbacée comprend essentiellement des Graminées et des Ericales dominantes et, moins développées, des Cypéracées et quelques Héliophiles.

Ce niveau est caractérisé par le développement du Pin maritime prédominant sur la Chênaie. Celle-ci a pour représentant essentiel le Chêne ; l'Orme et le Tilleul sont très rares. Il faut retenir ici le grand développement du Noisetier. Cette essence pionnière ayant dû se répandre sur les zones claires à la faveur de phases de déforestation, conséquence de l'action de l'Homme ou de l'avancée des sables. Il est possible de rapprocher cette phase des niveaux d'anciens sols supérieurs du Pin-Sec. Si le développement du Pin maritime tend à la rapprocher du deuxième niveau d'anciens sols du Pin-Sec, la grand abondance du Noisetier et du Saule se retrouve dans le premier niveau d'anciens sols du même gisement. Donc il y a grande analogie entre ces niveaux et le deuxième niveau tourbeux de Lacanau qui se situe donc comme eux au Subboréal-Subatlantique. Peut-être est-il possible de penser à une analogie plus précise avec le premier

ancien sol du Pin-Sec, compte tenu ici d'un faciès local à Pin maritime plus développé, ce qui situerait ce deuxième niveau tourbeux de Lacanau plus particulièrement au Subboréal.

Au km 57, trois kilomètres au nord de la station, nous avons déjà signalé le fait que ce deuxième niveau tourbeux s'abaisse au niveau de la tourbe à roseaux et vient en contact avec celle-ci. L'analyse de ce niveau dont l'observation stratigraphique montrait nettement la continuité avec le précédent, révèle également un contenu pollinique semblable.

4° - Ancien sol (Pl. XIII - Diagramme 3) :

Ce niveau d'ancien sol dunaire très sableux, grisâtre, est visible de façon variable de l'Alexandre à la station de Lacanau-Océan, dans les coupes de dunes.

Les essences forestières sont dominées par *Pinus pinaster* (66 %), *Quercus pedunculata* 23 %, *Alnus* 4 %, *Betula* 7 %, *Corylus* 48 %.

Les herbacées sont largement dominées par les Ericales et secondairement par les Graminées et les Cypéracées avec présence d'Héliophiles telles que : Composées, Polygonacées, Urticacées, Chénopodiacées.

Les Cryptogames vasculaires comprennent surtout *Pteridium aquilinum* dominant, *Osmunda regalis* et *Athyrium Filix-femina.*
Rapport A.P./N.A.P. = 30 % seulement.

Ce niveau se rattache nettement aux anciens sols rencontrés partout dans le Médoc à la base des sables dunaires modernes. La faible valeur du taux de boisement indique un état déboisé probablement après brûlis, comme l'indique l'abondance de fragments de charbons de bois dans ce niveau, ainsi que le développement de *Pteridium aquilinum* et des Ericales caractéristiques du repeuplement après brûlis.

Par ces caractères et sa flore à *Pinus pinaster* dominant, ce niveau se situe au Subatlantique plus ou moins récent, peut-être aux premiers siècles de notre ère.

Dans la région de Carcans à Lacanau, il est donc possible d'observer des faciès assez différents de ceux repérés plus au Nord sur la côte du Médoc.

Les niveaux humifères inférieurs représentent une phase très ancienne, du début du Boréal ou du Pré-Boréal, non rencontrée du Gurp à Carcans. Par contre, ces mêmes niveaux de Lacanau sont proches de ceux du sud de Carcans et de ceux étudiés plus loin à la base de la grande dune du Pyla.

La tourbe à roseaux de Lacanau semble se situer plus tôt dans le Boréal que le niveau stratigraphiquement correspondant du Bas-Médoc. Elle représente l'extrême début de l'amélioration thermique au cours de la première moitié du

Boréal. Son sommet traduit une évolution vers des conditions plus chaudes et plus sèches, optimum xérothermique réalisé pleinement au Fini-Boréal.

Les niveaux tourbeux supérieurs peuvent se rapprocher des niveaux subboréaux et subatlantiques plus ou moins récents du Bas-Médoc.

Dans l'ensemble, tous les niveaux de Lacanau révèlent un développement beaucoup plus marqué du Pin. La Chênaie reste toujours assez secondaire. Par ailleurs, il faut noter le développement marqué du Corylus à tous les niveaux et souvent celui du Saule. La persistance de conditions locales d'ensemble plus humides est également à retenir.

Il semblerait donc possible de définir un faciès caractéristique de cette portion du littoral du Haut-Médoc, à Pin dominant avec persistance d'un important boisement de Noisetier et de vastes zones humides à Saulaies, Hygrophiles et Cryptogames vasculaires.

En effet, un type similaire de diagramme est rencontré au Sud de Carcans avec persistance du Pin masquant plus ou moins les fluctuations des feuillus. Les niveaux de base de Lacanau correspondent à ceux du Sud de Carcans et la tourbe à roseaux de ce point semble correspondre plus particulièrement au sommet de celle de Lacanau. Dans les deux cas, on observe un faciès plus humide avec phase xérothermique atténuée.

Dans cette hypothèse, il serait possible de rapprocher ces dépôts des tourbes de base du Boréo-atlantique rencontrées plus au Nord, en tenant compte d'un faciès local dans lequel le Pin sylvestre persiste assez abondant, cédant lentement la place aux Thermophiles et les conditions locales restant toujours assez humides. Les espèces méditerranéennes sont ici sporadiques, ce qui correspondrait bien à un climat local plus humide. Le faciès xérothermique fini-boréal rencontré ailleurs serait ici peu caractéristique et mal développé.

Mais, il peut également s'agir de dépôts plus anciens reflétant le premier développement des Thermophiles en compétition avec les espèces en place, principalement le Pin sylvestre, espèce dominante dans nos régions au Pré-Boréal et au début du Boréal. La présence de quelques espèces méditerranéennes correspondrait au début de la migration du Sud au Nord de ces essences, qui a dû commencer très tôt dans notre région au cours du réchauffement Post-glaciaire. Cette migration devait d'ailleurs être facilitée par la réduction des facteurs de compétition, les autres Thermophiles n'étant pas encore largement développés. A ce point de vue, il ne faut pas oublier que les Méditerranéennes sont en général aussi des Héliophiles, autre raison pour que l'absence des ensembles touffus de feuillus facilite leur expansion.

Dans ce cas, les niveaux tourbeux de base du Sud de Carcans et surtout de Lacanau-Océan pourraient appartenir au milieu ou à la première moitié de la phase boréale.

Les niveaux supérieurs de ces régions révèlent également un type de diagramme forestier plus diffus avec persistance plus marquée du Pin et du Noisetier tous les niveaux.

L'hypothèse d'un faciès floristique général pour la région de Carcans-Lacanau, au cours du Post-glaciaire, est assez séduisante et permettrait de relier de façon harmonieuse les phénomènes climatiques sur l'ensemble du littoral. Mais il est fort possible que le dépôt des tourbes à roseaux de base ait commencé plus tôt dans cette zone.

En tout cas, les niveaux du Sud de Carcans à Lacanau se relient très bien et montrent l'uniformité des phénomènes d'ensablement et de la stratigraphie dans cette région, et on peut affirmer que sur cette portion du littoral les phases d'ensablement ont commencé très tôt, comme le montrent les niveaux humifères inférieurs datant du début du Boréal ou peut-être du Pré-Boréal.

II. - LE LITTORAL DU BASSIN D'ARCACHON

GRANDE DUNE DU PYLA

Cette étude se rapporte à une série de tourbes et anciens sols observés en stratigraphie par M. PRENANT dans la grande dune du Pyla. Nous possédions au Laboratoire des échantillons des deux sols inférieurs et du niveau supérieur à débris de cuisine. Les niveaux intermédiaires ont été repérés et prélevés par M. PRENANT. La série complète des échantillons a été remise au Laboratoire de Préhistoire aux fins d'analyses palynologiques. Les résultats de cette étude ont fait l'objet d'une note en collaboration avec M. PRENANT, à la Société Linnéenne de Bordeaux [172].

Dans cette note, M. PRENANT définit "entre les alios et tourbes de base et la corniche formée par le sol à débris de cuisine, six épisodes dunaires successifs... le plus souvent fossilisés par d'anciens sols".

La coupe établie par M. PRENANT est la suivante :

9 - Sables dunaires modernes
8 - Sol à débris de cuisine
7 - Niveau humifère
6 - Sables dunaires
5 - Deuxième niveau éolien et troisième niveau humifère
4 - Sables éoliens de base et deuxième niveau de tourbe
3 - Tourbe de base
2 - Niveau aliotisé
1 - Sables à graviers.

Les niveaux PY 1bis et PY 2bis appartiennent aux niveaux humifères et tourbeux de base. PY 6, PY 31 et PY 14bis, surmontant les précédents, représentent les mieux marqués des sols séparant les épisodes dunaires successifs des sables anciens.

Le dernier niveau, ancien sol très sableux, dit à débris de cuisine, précède les premières phases d'ensablement par les sables modernes.

ANALYSES PALYNOLOGIQUES

Niveau PY 1bis :

– *Pinus* (essentiellement type *silvestris)* 62 % – *Abies* 2 % – Chênaie-mixte 6 % – *Alnus* 10 % – *Betula* 8 % – *Fagus* 2 % – *Corylus* 100 % – *Salix* 8 %.
A.P./N.A.P. = 60 %.

– Herbacées : Ericales 82 % – Graminées 13,5 % – Cypéracées 1,5 % – Rosacées 1,5 % – *Hedera Helix* 1,5 % – *Ilex aquifolium* – Ombellifères (inférieures à 1 %).

– Cryptogames vasculaires : *Pteridium aquilinum* (spores très peu nombreuses).

Niveau PY 2bis :

– *Pinus* 57 % (essentiellement type *silvestris)* – *Abies* 1 % – Chênaie-mixte 4 % – *Alnus* 7 % – *Betula* 9 % – *Fagus* 2 % – *Corylus* 107 % – *Salix* 5 %.
A.P./N.A.P. = 58 %.

– Herbacées : Ericales 60 % – Graminées 14 % – Cypéracées 6 % – Rosacées 10 % – Ombellifères 2 % – Composées 4 % – Labiées 2,5 % – Chénopodiacées 1,5 % – *Hedera Helix* et *Rhamnus frangula* inférieurs à 1 %.

– Cryptogames vasculaires : *Pteridium aquilinum* 8, *Lycopodium* 5, *Athyrium Filix-femina* 3.

Niveau PY 36 :

– *Pinus* 40 % – Chênaie-mixte 32 % – *Alnus* 13 % – *Betula* 12 % – *Fagus* % – *Corylus* 130 % – *Salix* 3 %.
A.P./N.A.P. = 58 %.

– Herbacées : Ericales 49 % – Graminées 18 % – Cypéracées 9 % – Hygrophiles 11 % – Rosacées 5 % – Composées 2 % – Chénopodiacées 2 % – Papilionacées 1,5 % – *Hedera Helix* 1 % – *Rhamnus Frangula* 1 % – Malvacées 0,5 % –

– Cryptogames vasculaires : *Pteridium aquilinum* 6, *Athyrium Filix-femina* 3, *Lycopodium* 1.

Niveau PY 6 :

– *Pinus* 42 % (type *pinaster* dominant) – Chênaie-mixte 19 % – *Alnus* 7 % – *Betula* 30 % – *Fagus* 2 % – *Corylus* 167 % – *Salix* 5 %.
A.P./N.A.P. = 54 %.

– Herbacées : Ericales 29 % – Graminées 18 % – Cypéracées 35 % – Hygrophiles 2 % – Liliacées (type Asphodelus) 6 % – Rosacées 5,5 % – Urticacées 1,5 % – Chicoracées 1 % – Chénopodiacées 0,5 %.

– Cryptogames vasculaires : *Pteridium aquilinum* 18, *Athyrium Filix-femina* 4.

Niveau PY 14bis :

– *Pinus pinaster* 47 % – *Quercus* 22 % – *Alnus* 6 % – *Betula* 25 % – *Corylus* 100 %.
A. P. /N. A. P. = 62 %.

– Herbacées : Ericales 18 % – Graminées 18 % – Cypéracées 33 % – Rosacées 4 % – Hygrophiles (Nymphéacées, Typhacées) 4 % – Liliacées 3 % – Crucifères 6 % – Urticacées 4 % – Polygonacées 4 % – Chénopodiacées 4 % – Composées 2 %.

– Cryptogames vasculaires : *Pteridium aquilinum* 10, *Athyrium Filix-femina* 6.

Niveau à débris de cuisine :

– *Pinus pinaster* 80 % – *Quercus* 10 % – *Alnus* 3 % – *Betula* 7 % – *Corylus* 50 %.
A. P. /N. A. P. = 66 %.

– Herbacées : Ericales *(Erica, Calluna, Arbutus)* 30 % – Graminées 20 % – Cypéracées 12 % – Composées 8 % – Rosacées 4 % – Chénopodiacées 6 % – Cistacées 8 % – Caryophyllacées 4 % – Urticacées 2 % – Polygonacées 2 % – Crucifères 2 % – Liliacées *(Anthericum)* 2 %.

– Cryptogames vasculaires : *Pteridium aquilinum* 15.

Les résultats précédents permettent d'envisager quelques hypothèses quant aux conditions climatiques et à l'âge possible de ces niveaux.

Rappelons qu'une première analyse pollinique d'un niveau de base du Pyla a été publiée par Mme Camille DUBOIS en 1938 [47].

Le niveau PY 1bis peut être parallélisé étroitement avec le niveau inférieur de Carcans-Lacanau-Océan, comme ce dernier il représente un ancien sol forestier. Sa flore à Pin sylvestre dominant, permet de le situer nettement très tôt dans la période boréale avec un climat plus froid et probablement plus continental que l'actuel.

Le niveau PY 2bis et son faciès latéral PY 36 présentent une Chênaie-mixte plus développée (passant de 16 à 24 et 32 %). La composition pollinique de la flore semble justifier l'hypothèse d'un décalage dans le temps entre l'édification de PY 1bis et celle de ces niveaux, surtout PY 36.

PY 2bis offre de grandes similitudes avec la base de la tourbe à roseaux de Lacanau-Océan, en particulier par la valeur des feuillus et du Corylus. En outre, elle semble se présenter stratigraphiquement de la même manière par rapport aux niveaux de base. Son dépôt se situe plus tard que ceux-ci au cours de la période boréale, probablement dans sa première moitié.

PY 36, s'il est vraiment en continuité stratigraphique avec le précédent, doit représenter la partie supérieure et finale du dépôt, car sa flore (développement

des feuillus, conditions locales plus humides) le situe plus tard, au début de l'amélioration thermique dans notre région. Il se rapproche du sommet de la tourbe de base de Lacanau-Océan.

Les niveaux PY 6 et PY 14bis apparaissent beaucoup plus récents que les précédents. Le Pin s'y maintient avec d'assez forts pourcentages. Notons qu'il s'agit surtout de Pinus pinaster qui trouve dans ces sols dunaires un terrain favorable. La Chênaie et les autres feuillus sont plus ou moins masqués par le développement du Bouleau (25 à 30 %).

L'abondance de ce dernier est remarquable ici, un type floristique analogue est rencontré au Pin-Sec. Parallèlement, le Noisetier atteint de forts pourcentages. L'Orme et le Tilleul, faiblement représentés, disparaissent dans PY 14bis. Il est possible de distinguer dans la Chênaie différentes espèces de Chêne, principalement *Quercus pedunculata* et, plus rares, *Quercus Toza* et *Quercus Ilex.*

Le Hêtre présent dans PY 6 disparaît dans les niveaux supérieurs. Le développement du Bouleau et du Noisetier indique généralement des phases de reboisement spontané, ces deux essences pionnières étant les premières à repeupler les zones déboisées.

Ces faciès de reboisement sont-ils en liaison avec des phases de déboisement par l'Homme ? Aucune industrie n'étant présente dans ces niveaux, cette hypothèse est peut-être trop hasardée. Ils peuvent aussi être consécutifs à la multiplicité et à l'ampleur des phénomènes d'ensablement, chaque nouvelle phase dunaire étant recolonisée par la végétation.

Ces niveaux ont dû s'édifier au cours de la période subboréale ou à la fin de l'Atlantique, de tels faciès à Bouleau ayant été rencontrés sur le littoral du Pin-Sec à la même période.

Le dernier niveau étudié ici est celui dit à "débris de cuisine". Il porte de très nombreuses coquilles de mollusques, quelques éclats de silex sans morphologie définie et de nombreux tessons de poterie pouvant se rapporter aux âges des métaux, à la période gallo-romaine et même historique. Ce niveau présente une flore à Pin maritime dominant, Chêne, Aulne et Bouleau subordonnés avec Noisetier peu abondant. Cet ensemble accompagné de l'*Arbutus Unedo*, de Cistacées *(Helianthemum, Cistus)* et d'*Anthericum planifolium*, traduit un faciès subactuel semblable à celui des dunes anciennes de Gascogne. La présence de quelques Halophiles caractéristiques des sables et des vases maritimes semble en relation soit avec un littoral plus proche, soit avec l'établissement d'une topographie dunaire favorisant davantage les apports éoliens. Les caractères de la flore et le mélange d'industries qu'il porte permettent de penser que ce niveau correspond à une longue période allant peut-être du Subboréal, ou du Subatlantique, jusqu'à la période historique.

En résumé, les niveaux PY 2bis et PY 36 révèlent une flore très proche de celle des niveaux de base de Lacanau-Océan. PY 36, en continuité stratigraphique avec PY 2bis, d'après M. PRENANT, doit représenter le sommet de cette couche montrant l'évolution des conditions thermiques favorables de façon comparable au sommet de la tourbe à roseaux de Lacanau-Océan.

La comparaison de ces niveaux permet de conclure à leur grande analogie et à leur contemporanéité. Ils reflètent tous le début de l'évolution des Thermophiles en même temps que la diminution du Pin sylvestre, c'est-à-dire le début de l'établissement de l'Optimum thermique qui sera pleinement réalisé au Finiboréal et au Boréal-atlantique. Ici comme au Sud de Carcans et à Lacanau-Océan, le Pin sylvestre semble céder lentement la place aux Thermophiles nouvelles venues.

La phase à caractères xérothermiques caractérisant le Boréo-atlantique dans les autres diagrammes girondins n'est pas retrouvée ici. Une certaine humidité locale est présente dans ces niveaux comme dans le Haut-Médoc. Il faut également noter la présence assez rare de quelques espèces méditerranéennes, comme au sommet de la tourbe à roseaux de Lacanau. Ici encore, comme dans le secteur de Carcans à Lacanau, est vérifiée l'existence d'un faciès floristique particulier caractérisé par le développement relatif du Pin sylvestre persistant aux côtés des Thermophiles, ainsi qu'une assez grande humidité locale. Ces niveaux de base pourraient donc, en fonction de ce faciès, être contemporains des niveaux finiboréaux du Bas-Médoc.

Cependant, ici comme à Lacanau et au Sud de Carcans, les niveaux tourbeux, surtout la base de ceux-ci (PY 2bis, Lacanau-Océan) peuvent appartenir à des phases plus anciennes. Les niveaux tourbeux du Haut-Médoc pourraient donc avoir commencé à se former à une époque assez ancienne, antérieure à celle des niveaux de base du Bas-Médoc, c'est-à-dire au cours de la première moitié de la phase boréale. Peut-être se sont-ils terminés plus ou moins tôt, suivant les points, par comblement des marécages par une phase dunaire, entre le milieu du Boréal et le Boréo-atlantique.

Ces tourbes sont précédées, dans tout le secteur de Carcans au Pyla, par des niveaux sableux humifères témoins d'épisodes plus anciens rapportés par leur flore pollinique au début du Boréal ou au Pré-boréal.

Il n'est pas impossible qu'un temps assez long sépare le dépôt de l'ensemble des niveaux humifères et tourbeux de celui des alios sous-jacents très fortement érodés.

Le niveau PY 6 se rapproche nettement du niveau 8 du Pin-Sec et, comme ce dernier se situe à l'Atlantique final ou au Subboréal, PY 14bis également riche en Bouleau mais à Pin maritime et Chêne seul constituant de la Chênaie, semble se situer plus tard dans cette phase.

Le niveau tout à fait supérieur est caractérisé par la dominance de Pinus pinaster sur la Chênaie à Chêne seul. Il se raccorde bien aux niveaux les plus récents de l'ensemble du littoral du Médoc. Ces dépôts ont pu commencer à s'édifier plus ou moins tôt, au cours du Subboréal ou du Subatlantique. Ils représentent un stade de fixité des sables et une longue occupation humaine comme l'indique la présence, dans toutes ces couches, d'industries néolithiques en mélange avec des vestiges des âges des métaux et du début de la période historique. Ils se situent donc du Subboréal ou du Subatlantique, suivant les points, jusqu'aux premiers siècles de notre ère.



RÉGION DES ÉTANGS

marais de Talaris

Le marais de Talaris sépare les étangs de Hourtin et de Lacanau. Il s'étend l'est de l'important massif de dunes anciennes de Talaris. Ce massif forme n croissant entre le Moutchic et l'étang de Carcans.

Les sondages ont été faits à la sonde de Hiller en divers points du marais e Talaris et sur le bord des étangs, dans la zone tourbeuse située entre les ives d'été et d'hiver.

Le contenu pollinique des différents sondages a permis de distinguer quatre ones floristiques et climatiques.

Zone I (1,50 à 1 m) :

La flore forestière traduit un peuplement mixte à Pin maritime dominant 32 %) avec, comme seconde essence principale, le Chêne (25 %). L'Aulne et le ouleau, très peu représentés, complètent le tableau floristique. Le Noisetier se aintient avec des valeurs assez faibles (25 à 30 %). Il faut également noter, à ifférents niveaux, la présence de quelques pollens de Saule et de Rhamnacées.

Les essences herbacées sont essentiellement réparties en pourcentages à peu rès égaux entre les Ericales et les Graminées, auxquelles s'ajoutent de façon ariable quelques Cypéracées, de rares Hygrophiles, quelques Cistacées et des éliophiles (Composées, Crucifères, Urticacées, *Plantago).*

Les Cryptogames vasculaires, rares, sont représentées par *Athyrium Filix-emina* et parfois quelques spores de *Polypodium vulgare* et *Pteridium aquilinum.*

Le Rapport A.P./N.A.P. = 70-75 % indique dans cette période un état boisé ense.

Zone II (1 m à 0,70 m) :

On note, dans cette phase, un accroissement du Pin maritime qui atteint 75 % le Chêne très subordonné n'est représenté que par 10 à 15 % du contenu polli nique. Les autres essences restent à peu près stationnaires.

Le Rapport A.P./N.A.P. marque un net fléchissement et tombe à 52 %, indi quant un recul de la forêt.

Corrélativement, on peut noter un léger développement des espèces hygrophiles

Zone III (0,70 à 0,30 m) :

Cette troisième phase est caractérisée par le développement continu du Pi maritime qui passe de 75 à 95 % et par la diminution du Chêne, presque nul à 30 cm (1 %). L'Aulne et le Bouleau s'effacent également.

Le taux de boisement reste faible (A.P./N.A.P. = 55 à 50 %). Il semble qu le recul forestier, amorcé à la phase précédente, se maintienne ici. L'éclair cissement des forêts favorise fortement d'ailleurs le transport du pollen très ané mophile du Pin, d'où son grand développement dans cette zone.

La strate herbacée s'enrichit beaucoup en Hygrophiles et Cypéracées aux dé pens des Héliophiles et des Ericales. Il faut noter la présence en assez grand abondance d'*Athyrium Filix-femina* et d'*Osmunda regalis*.

Cette zone semble traduire l'établissement d'une phase de forte humidité lo cale, humidité surtout du sol entraînant le recul des essences forestières, mêm de l'Aulne qui ne pousse pas sur les sols franchement mouillés.

Corrélativement, le développement des Hygrophiles nageantes et submergées (Nymphéacées, *Potamogeton, Lemna, Myriophyllum)* incline à penser à l'instau ration d'un régime de marécages profonds ou d'étangs.

Le sédiment lui-même toujours fortement sableux s'enrichit dans cette zon de nombreux débris macroscopiques de Graminées, de Typhacées, de Cypéracées La composition du sédiment montre la présence d'une boue argileuse à côté des éléments sableux.

Zone IV (0,30 à 0 m) :

Ces niveaux terminaux reflètent la dominance persistante du Pin maritime et la disparition presque complète du Chêne, mais aussi le nouveau développement de l'Aulne et surtout du Bouleau et du Saule.

Le taux de boisement remonte et atteint 68 % à 0,20 m.

Ces niveaux sont riches encore en Cypéracées, Graminées, Juncacées et Droseracées, mais les Hygrophiles submergées et nageantes diminuent nettement. En outre, les Ericales et le *Pteridium aquilinum* marquent une pointe.

Cette phase reflète un léger assèchement local. L'étang évolue en roselière, ertaines zones de bordure s'assèchent peu à peu et sont reconquises par la végétation arbustive : Saule, *Myrica Gale,* Bouleau, puis parfois même Chêne et in.

L'ensemble de ces sondages révèle quelques faits intéressants. Tout d'abord es niveaux de base ne se rapportent pas à une phase ancienne du Post-glaciaire. a flore pollinique trouvée est tout à fait comparable à celle des affleurements ôtiers récents. On a donc là un faciès forestier se rapportant probablement à phase subatlantique ou à la fin de la phase subboréale.

Si l'intérêt floristique pur est ici assez faible, il est par contre intéressant établir qu'à cette époque un régime, ni d'étang ni de marais, mais nettement ontinental, existait encore sur l'emplacement du marais de Talaris.

La zone suivante indique nettement l'établissement d'un régime d'étang ou de arais profond. Le boisement recule devant l'envahissement de cette zone par es eaux. Ces faits semblent datés, par la flore, de la phase subatlantique. Ces hénomènes sont très probablement en relation avec une phase d'avancée des ables dunaires des cordons littoraux situés plus à l'ouest. Cette phase peut se apporter à l'une des dernières avancées des sables anciens et se situer plus récisément, par comparaison avec la flore des affleurements côtiers de la mêe région, peut-être assez tard dans cette phase au voisinage des premiers iècles de notre ère. Cette datation ne coïncide probablement pas avec celle du ébut de l'établissement des grands étangs du Médoc. Elle peut être contemporaine de la fin du comblement des derniers estuaires mettant en communication es étangs et la côte.

La phase finale indique un assèchement progressif de la zone de Talaris, voluant en bas marais puis peu à peu au stade de roselière et de marais parellement boisé. Les conditions actuelles s'établissent donc peu à peu. Cette volution est particulièrement marquée dans les régions sud-ouest et nord-ouest e Talaris.

Actuellement, on peut observer, dans ce secteur, une nette reconquête foreère par les Pins et les Chênes, auxquels succèdent en se rapprochant du centre marais les Boulaies et les Saulaies, puis c'est la roselière, envahie par place ar des coussinets de sphaignes. Le petit étang du Cousseau reste le témoignage l'existence antérieure d'un étang dans cette zone.

TROISIÈME PARTIE

L'ÉVOLUTION CLIMATIQUE ET FLORISTIQUE

PHASES CLIMATIQUES EN GIRONDE

I. - LE PREBOREAL

Les niveaux correspondants à cette phase forment la base des diagrammes les plus complets des marécages tourbeux de Gironde (Zone A).

Les niveaux du Post-glaciaire ancien sont rares sur le littoral du Médoc, ils sont rencontrés en deux points seulement Lacanau-Océan et le Pyla.

A Lacanau-Océan (affleurements de l'Alexandre) les sables tourbeux inférieurs sont caractérisés par la dominance absolue du Pin sylvestre (82 %). Le niveau inférieur du Pyla (PY 1bis, sables aliotisés et graviers de base), présente également une dominance marquée de cette espèce (62 %) avec présence de quelques Abies (2 %).

Ces niveaux apparaissent très voisins. Représentant la base de ces deux diagrammes, ils se situent par leur flore à Conifères dominants à l'extrême début du Post-glaciaire : Préboréal et début du Boréal.

L'étude morphologique et sédimentologique de M.A. PRENANT au Pyla conclut également à un âge ancien similaire pour les niveaux de base.

Il apparaît donc qu'au début du Post-glaciaire des forêts de Pin sylvestre prospéraient en Gironde. Actuellement cette espèce n'est plus spontanée en Gironde, elle est cantonnée dans les zones élevées de la chaîne Pyrénéenne. Le développement du Pin sylvestre à cette période est donc remarquable ici, il faut insister sur ce point. La limite Nord actuelle du Pin sylvestre coïncide environ avec l'isotherme 12° de Juillet.

FIRBAS (1949) conclut que le développement des forêts de Pin sylvestre indiquerait une température d'Eté voisine de 12°. Il est intéressant de comparer la limite actuelle du Pin sylvestre dans le Sud-Ouest de la France et celle de cette espèce au début du Post-glaciaire dans la même région.

Dans la région étudiée, la présence de certains feuillus en pourcentages assez notables dès le début du Post-glaciaire permet de penser que les températures d'Eté étaient plus élevées que celles indiquées par FIRBAS.

La composition de la flore herbacée indique, en outre, la présence de landes à Ericales, Graminées et Héliophiles, ce qui permet de penser à l'existence de conditions plus continentales qu'actuellement, avec de faibles précipitations. A ce point de vue notons la présence d'espèces à caractère steppique : Ephedra distachya et de nombreuses Chénopodiacées et Polygonacées, survivantes de peuplements de steppes des phases glaciaire et tardi-glaciaire, se maintenant sur les zones sableuses et origine probable des groupements semblables de nos dunes actuelles.

Le Sapin n'est rencontré dans ces niveaux anciens qu'en très faibles pourcentages. Il ne jouait donc pas ici un rôle important dans la flore forestière préboréale. Il avait pu se maintenir localement à la faveur de microclimats depuis les temps glaciaires et interglaciaires. Sa faible représentation peut aussi être le fait d'apport lointain par le vent. Il n'est donc pas prouvé qu'il croissait en Gironde à cette époque. Si cela était, il ne s'agissait, encore une fois, que de peuplements locaux et réduits.

II. - LE BOREAL

Comme nous l'avons vu, il y a de nombreuses raisons stratigraphiques et sédimentologiques de penser qu'un assez long espace de temps sépare le dépôt des tourbes de base de Lacanau-Océan et du Pyla de celui des sables et alios inférieurs.

La flore de ces niveaux tourbeux implique en outre des conditions climatiques bien différentes caractérisant en Gironde la phase boréale (Zones B et C des marécages du Bordelais).

La nette régression des futaies de Pin sylvestre, devant le développement rapide des feuillus, caractérise cette phase. Les éléments climatiques de la Chênaie-mixte sont déjà arrivés. Le Chêne sera toujours l'élément prépondérant de l'ensemble. Ce dernier semble évoluer avec les conditions de plus en plus favorables, réchauffement progressif surtout, et pour le Tilleul, conditions de moins en moins continentales.

Il est difficile de fixer ici l'ordre d'arrivée des différentes espèces de feuillus à partir de leurs refuges wurmiens, au cours du réchauffement boréal. Contrairement à ce qui se passe dans les régions septentrionales, la proximité relative de ces refuges a dû amener l'arrivée sinon simultanée, tout au moins très rapprochée dans le temps de ces différentes espèces. Il faut alors tenir compte ici des différents facteurs conditionnant la concurrence de ces espèces entre elles.

Le *Corylus* demandant beaucoup de lumière peut se développer seulement avant l'arrivée des feuillus dont il supporte mal l'ombrage. Ces derniers arrivant très vite ici, la phase boréale du Corylus est de courte durée. Il se rencontre avec seulement des valeurs de 120 à 130 %. Ce maximum boréal, assez bref, ne peut se comparer avec le maximum du Noisetier des régions septentrionales. Sa représentation dans nos diagrammes est d'ailleurs variable localement. Cette essence pionnière et héliophile, très vite freinée par le développement des forêts de feuillus, n'a donc pas ici le grand rôle de facteur de zonation qu'elle joue dans les régions de l'Europe du Nord.

Notons que réciproquement le Noisetier a pu évidemment freiner au début, dans une certaine mesure, le développement des feuillus exigeant beaucoup de lumière, en particulier le Chêne.

Mais les forêts semblent atteindre assez vite ici leur "climax", probablement dès la seconde moitié de la phase boréale.

Donc, il semble que très tôt au cours du Boréal tous les éléments thermophiles sont présents : Chênaie-mixte, Aulne, Hêtre et Pin maritime.

Ces deux dernières espèces sont particulièrement intéressantes.

Dans toutes nos analyses de tourbes boréales, le pollen de Pin maritime est toujours présent, d'abord en faible pourcentage, puis de plus en plus fréquent vers la fin de cette phase (Zone C). Il paraît donc bien démontrer que cette essence est autochtone en Gironde et se joindra assez vite au Pin sylvestre, caractéristique du Tardi-glaciaire, du Préboréal et de la première moitié du Boréal. Dans nos analyses, des courbes de mesure relatives aux principaux caractères polliniques, montrent avec netteté la présence de ces deux espèces.

Le Pin maritime trouvait ici des conditions de climat et de sol particulièrement favorables. Ici se pose le problème de la concurrence entre Chênaie et Pineraie. Dans les zones les plus proches du littoral de l'époque et les plus exposées aux vents océaniques, le Pin maritime se développe mieux que les feuillus. Les zones intérieures seront largement occupées par ces derniers en évolution rapide. Il faut à ce point de vue tenir compte, dans l'interprétation des diagrammes, des apports importants par les vents du pollen de Pin maritime, du littoral vers les zones intérieures.

La présence à peu près constante en très faible pourcentage du pollen de Hêtre est également à retenir. Le Hêtre apparaît ainsi sporadiquement très tôt au cours du Boréal. Cette espèce n'est pas spontanée actuellement en Gironde. Dès le Boréal, le Hêtre est présent dans nos diagrammes, donc bien plus tôt que dans les autres régions. Ce fait paraît d'ailleurs général dans le Sud-Ouest.

Les constatations précédentes permettent de se faire une idée des conditions climatiques au cours du Boréal. On peut conclure à une amélioration thermique

rapide dans une région, qui se trouvait alors notablement plus éloignée du littoral bordé et abrité par d'importants cordons littoraux, donc moins soumise aux vents océaniques.

Le développement des feuillus thermophiles parle dans ce sens et la présence d'Hedera helix abondant dans certains diagrammes indique également une élévation des températures d'hiver.

Les précipitations et l'humidité atmosphérique semblent avoir été beaucoup plus importantes qu'au Préboréal, en certains points les conditions locales apparaissent même très humides. Dans un tel cadre, les essences thermophiles, les atlantiques et méditerranéennes-atlantiques ont pu se développer très tôt. Certaines espèces d'origine Ibéro-atlantique appartenant au fond commun des flores aquitaine et ibérique, donnant son caractère local à la flore, sont déjà présentes.

On peut reconstituer l'aspect floristique de la région girondine vers le milieu de la période boréale (fin Zone B). D'importantes forêts de Pin sylvestre occupent la région, déjà notablement mélangées de Chênes et dans une proportion plus faible d'Orme et de Tilleul. Le *Pinus pinaster* commence à apparaître surtout dans la zone littorale de l'époque. L'Aulne semble déjà localement assez bien développé au voisinage des importantes zones marécageuses qui coupent ces forêts, de très nombreuses espèces hygrophiles et aquatiques tempérées peuplent ces marécages où commencent à se former des tourbes à roseaux.

III. – LIMITE BOREALE-ATLANTIQUE

Un bel optimum climatique semble réalisé ici au cours de la deuxième moitié de la phase boréale (Zone C). Au cours de cette phase des épisodes à caractères xérothermiques ont pu prendre place. Un au moins de ces épisodes est mis en évidence à la fin de la phase boréale.

Les niveaux de base des tourbes du littoral du Pin-Sec et de Montalivet montrent un faciès floristique boréal final caractérisé par un climat aussi chaud mais nettement plus sec que celui de la phase atlantique qui lui fait suite. Il semble qu'au moment de l'instauration des conditions atlantiques, il régnait déjà un optimum climatique mais à caractère plus sec.

Des faits analogues se rencontrent dans les diagrammes du Bordelais (Zone C).

Ces niveaux se reliant, du point de vue floristique et stratigraphique, harmonieusement avec le début de la phase atlantique, peuvent être considérés comme contemporains de la limite des phases boréale et atlantique.

L'analyse pollinique de ces niveaux révèle la présence assez fréquente de pollens de *Quercus Ilex* et d'autres éléments nettement méditerranéens tels que :

Osyris alba, Phillyrea, *Coriaria,* Rhus. Ceux-ci sont accompagnés d'espèces méditerranéennes au sens large ou méditerranéennes-atlantiques : *Erica cinerea. Arbutus Unedo, Cistus salviaefolius, Fumana, Helianthemum,* qui indiquent également une tonalité climatique chaude et sèche.

Il est possible que d'autres espèces intéressantes au même titre soient présentes. La difficulté des déterminations spécifiques et l'absence de travaux systématiques complets à ce sujet nous ont empêchés jusqu'ici de les dénombrer.

Pour notre région girondine, il semble donc établi que les niveaux boréo-atlantiques se révèlent relativement riches en espèces méditerranéennes. En outre, les espèces atlantiques déjà présentes deviennent dominantes dans la phase suivante. Ce n'est donc pas au cours de la phase atlantique que les méditerranéennes se sont développées. Il semble logique d'invoquer l'existence à la fin du Boréal et au Boréal-atlantique d'une période à caractère xérothermique ayant favorisé l'arrivée et l'extension de ces espèces. Dans cette hypothèse, on peut penser que les éléments méditerranéens de notre flore locale actuelle étaient plus nombreux au cours de cette phase et occupaient une aire de répartition plus vaste, dont les stations actuelles ne représenteraient que des lambeaux.

Le Professeur GAUSSEN utilise l'hypothèse d'une période xérothermique Postglaciaire pour expliquer la répartition actuelle des végétaux pyrénéens. Des faits analogues à ceux signalés ici sont indiqués par M. ELHAI en Normandie [66]. Cet auteur montre la présence de pollens de *Quercus Ilex* dans des niveaux de la fin du Boréal. Il émet l'hypothèse d'un climat xérothermique au cours du Boréal permettant l'extension de cette espèce méditerranéenne au Nord de la Loire : "Le Chêne vert a atteint au cours du Boréal, qui peut être considéré comme une phase xérothermique, la latitude de la Normandie".

Il semble donc bien qu'il ait existé, sinon dans l'ensemble de la phase boréale tout au moins pendant certains épisodes, les conditions xérothermiques. En particulier la fin de cette phase semble présenter ces caractères d'une façon générale dans le Sud-Ouest et l'Ouest de la France.

Cette phase climatique prend une grande importance du point de vue stratigraphique et paléoclimatique, permettant de repérer la limite des phases boréale et atlantique en Gironde. En effet, le début de la phase atlantique apparaît marqué par l'effacement des espèces méditerranéennes devant les atlantiques. L'établissement de conditions beaucoup plus humides s'affirme au cours de cette phase. L'existence de cet épisode apporte un repère particulièrement heureux dans une région où, comme nous l'avons vu, le développement précoce des essences thermophiles ne permettait plus de localiser nettement la limite boréale-atlantique.

IV. - L'ATLANTIQUE

Comme nous l'avons déjà dit, les conditions thermiques de cette phase sont déjà réalisées au cours de la deuxième moitié du Boréal. Après la phase xérothermique fini-boréale, des conditions beaucoup plus humides s'établissent.

Les forêts de feuillus ont atteint un état d'équilibre qui peut se maintenir très longtemps sans grand changement. La composition de la Chênaie-mixte révélée par les analyses, s'explique bien en tenant compte des exigences édaphiques de ses différents éléments.

L'Orme, demandant des sols riches, se développe mal dans cette région de sols pauvres sableux et graveleux des alluvions anciennes pléistocènes. Cette essence joue un faible rôle dans nos diagrammes.

Le Tilleul quoique moins exigeant ne trouve pas non plus ici un sol propre à un grand développement. Il est parfois cependant bien représenté. Nous l'avons rencontré en fort pourcentage localement dans le Bas-Médoc et en Bordelais. Il faut tenir compte également du fait que le Tilleul est enthomophile et à faible pouvoir de pollinisation. Il était vraisemblablement plus fortement représenté que ne l'indique les pourcentages trouvés. Il est donc possible de distinguer en Gironde un faciès atlantique à Chêne et Tilleul bien développés, en Bas-Médoc (Dépet-Montalivet) et dans le Bordelais (surtout secteur de Cubzac).

Le Chêne s'accommodant des sols pauvres et siliceux reste donc en Gironde l'essence dominante de la Chênaie. Au début de la phase atlantique, les Chênaies sont à leur développement maximum. Il est intéressant ici de signaler, à côté de *Quercus pedunculata* prédominant car s'accommodant bien des conditions océaniques et des sols siliceux, *Quercus Toza* également atlantique, mais aussi *Quercus sessiliflora* en certains points et *Quercus Ilex* présent à l'épisode précédent et se maintenant localement.

Le Charme est parfois faiblement représenté et peut provenir d'apports lointains.

Le sous-bois présente des espèces variées : *Hedera Helix, Rhamnus Frangula, Evonymus europaeus, Prunus spinosus*. Les Cryptogames vasculaires des sous-bois tempérés sont fréquentes : *Athyrium Filix-femina, Nephrodium Filix-mas, Blechnum spicant, Polydium vulgare, Osmunda regalis*.

Les conditions océaniques, la forte humidité atmosphérique et la présence de vastes cordons littoraux dans la zone côtière, entraînent l'existence de nombreuses zones humides mal drainées et de vastes marécages. Ces zones ouvertes peuplées de nombreuses Hygrophiles et de Cryptogames vasculaires facilitent le développement de l'Aulne et des espèces aimant la lumière. L'Aulne ne croît pas directement sur les marécages où l'eau stagnant de façon constante ne lui convient

pas. Mais à leur voisinage et dans les dépressions humides, il existe des Aulnaies accompagnées de Saulaies et de *Myrica Gale*. Il peut également se former des forêts mixtes d'Aulne et de Chêne, le Tilleul souffre de l'humidité et se développe peu sur ces points.

Le Pin maritime, apparu très tôt dans la région, est encore faiblement représenté au début de l'Atlantique sauf en certains points proches de la zone littorale de cette époque où les conditions le favorise (Carcans-Lacanau).

Pendant l'Atlantique, des phases d'ensablement se produisent et perturbent les spectres polliniques dans les zones proches du littoral. En certains points, des phases de reconquête forestière se marquent par des faciès à Bouleau dominant et Corylus parfois abondant. A ces essences pionnières succèdent des forêts mixtes où le Pin maritime, favorisé par les nouvelles conditions du sol, commence à s'introduire dans les Chênaies et à les concurrencer. Ces phénomènes ne sont que peu ou pas reflétés par les diagrammes de la zone intérieure.

La phase atlantique présente donc en Gironde des faciès variés se succédant dans le temps en corrélation avec les phénomènes climatiques et géologiques. Au début, les conditions atlantiques permettent le développement maximum des Chênaies, soit à Chêne dominant avec Orme et Tilleul peu importants, soit avec Chêne et Tilleul bien développés.

Ces deux faciès caractérisent l'ensemble du Bas-Médoc et le Bordelais. Des Chênaies toujours mélangées à Pinus pinaster en pourcentages notables caractérisent peut-être le Haut-Médoc. Le développement des conditions atlantiques de plus en plus marquées entraîne la formation sur les zones humides d'Aulnaies-Chênaies passant à des Aulnaies-Saulaies accompagnées de Myrica Gale en bordure des marécages. Vers la fin de cette phase les modifications dues aux phases d'ensablement dans la zone côtière favorisent la formation de faciès à Bouleau et à Corylus.

Dans la zone intérieure, la fin de l'Atlantique est souvent marquée par le développement de l'Aulne et du Pin maritime parallèlement à un faciès de déboisement précoce dû à l'action humaine (sous-zone D2).

En Gironde, la fin de l'Atlantique semble donc d'une manière générale caractérisée par des forêts mixtes où le Pin maritime se développe parfois en pourcentages égaux avec les Chênes ou l'Aulne suivant les conditions locales. Ce type de forêt semble constituer un ensemble très stable formant le cadre général des phases suivantes où il ne se produira plus de grands changements.

V.- LIMITE ATLANTIQUE-SUBBOREALE

Cette limite est difficile à distinguer avec précision ici. La chute de l'Orme adoptée comme repère dans l'ensemble de l'Europe du Nord et de l'Ouest ne peut être sérieusement retenue dans ce cas. Comme nous l'avons vu, cette essence est toujours faiblement représentée dans la Chênaie-mixte. Il n'est donc pas possible de distinguer un fléchissement net de la courbe de l'Orme en un point précis des diagrammes. Cependant, on note une diminution puis une disparition presque totale de cet arbre au cours du Post-atlantique.

Dans certains de nos diagrammes, ce serait plutôt le Tilleul qui marquerait une brusque chute post-atlantique, bien visible tout au moins dans les diagrammes relatifs aux faciès du Bas-Médoc et du Bordelais où cette essence est bien développée. Comme l'Orme, il diminue puis disparaît au cours des phases suivantes.

En Belgique, DRICOT (1960) [41] insiste sur l'intérêt des hautes valeurs prises par le Noisetier à la limite des phases atlantique et subboréale. La phase subboréale débuterait dans ses diagrammes avec le troisième et le quatrième maximum du Noisetier (CIII et CIV). Ces deux maximums sont considérés par cet auteur comme bons critères de la limite atlantique-subboréale.

En Gironde, la croissance de la courbe du Noisetier à la fin de la phase atlantique dans certains diagrammes (Zone D2) peut être rapprochée de ces faits. Peut-être est-ce là un caractère intéressant pour les régions du Sud-Ouest de la France.

On peut noter en outre dans certains diagrammes (surtout zone intérieure) après l'optimum climatique atlantique, une régression des Hygrophiles en même temps certaine recrudescence des Méditerranéennes à caractère xérothermique. On pourrait émettre l'hypothèse de l'existence de conditions légèrement plus sèches au début du Subboréal. L'apparition de ces conditions nouvelles pourrait peut-être servir ici de repère pour la limite atlantique-subboréale.

VI.- LE SUBBOREAL

Ici, comme dans beaucoup d'autres régions, se pose le problème de déterminer les causes des variations constatées dans les diagrammes au début de cette phase : variations climatiques, modifications des conditions du sol, action de l'Homme ?

Dans la région littorale, la stratigraphie des gisements met en évidence de façon à peu près générale une importante phase d'avancée des sables au début du Subboréal ou à la limite atlantique-subboréale.

Remarquons à ce propos que ces phénomènes perturbant les diagrammes, justement dans cette zone, justifient la difficulté d'établir les caractères floristiques précis de cette phase de transition.

L'action de l'Homme se manifeste dès ce moment par l'apparition de faciès de déforestation intense parfois par brûlis. Parallèlement des pollens de céréales, de Plantago, de Composées, de Crucifères, de Rumex, d'Artemisia, etc. témoignent de la déforestation et du développement des premières cultures.

Au cours du Subboréal, le type de forêt mixte essentiellement à Chêne et Pin maritime en pourcentages à peu près égaux, peut se maintenir en certains points et cela pendant la phase suivante jusqu'aux premiers siècles de notre ère. C'est le type même des forêts des dunes anciennes de Gascogne connues encore à la période historique. Cependant, l'appauvrissement du sol entraîné par les phases d'ensablement favorise grandement le développement du Pin maritime.

Le déboisement par l'Homme se manifeste dans la flore par des faciès pauvres ou même très pauvres en pollens arbustifs avec envahissement du sol par les Cryptogames vasculaires : faciès à Athyrium Filix-femina caractéristiques de la région du Gurp-Montalivet, ou faciès à Pteridium aquilinum et Ericales, repeuplement caractéristique après brûlis. Parfois des forêts à Pin maritime dominant et Chênaie secondaire (à Chêne seul) succèdent à ces faciès.

S'il est extrêmement difficile de dissocier ces différents phénomènes des facteurs climatiques en se référant aux courbes des arbres, certaines herbacées peuvent peut-être mieux nous renseigner sur les conditions climatiques du Subboréal en Gironde.

Nous avons déjà dit que certains diagrammes révèlent après l'optimum climatique et corrélativement à la diminution du Tilleul et de l'Orme, une régression des Hygrophiles devant certaines espèces à caractère xérothermique. Des conditions légèrement plus sèches, venaient s'ajouter aux conditions du sol et à l'action de l'Homme.

Il faut encore signaler le comportement du Hêtre. Cette essence reste toujours très secondaire dans nos diagrammes depuis le début du Post-glaciaire. Sa faible représentation pourrait être due à des apports par le vent. Il faut penser ici que le pollen de Hêtre n'est pas spécialement adapté au transport par le vent et que cette espèce ne produit qu'une faible quantité de pollen. Cependant FIRBAS (1949) indique que la présence de quelques grains de pollen de Hêtre pour cent peut être due à un transport à longue distance. Dans les niveaux étudiés ici, il s'agit de tourbes de bas-marais, or il est bien connu que le pollen de Hêtre se conserve assez mal en dehors des tourbières vraies. Donc cette essence était peut-être mieux représentée que ne le montrent les diagrammes. Compte tenu de ces faits, on peut penser que le Hêtre était peut-être représenté en Gironde par quelques individus plus ou moins isolés, mais existait mieux développé dans des zones du Bassin aquitain plus internes et assez proches.

Avec le Subboréal, le Hêtre disparaît pratiquement des diagrammes. On trouve peut-être ici la solution du problème que pose aux botanistes l'absence de cette espèce dans la flore spontanée actuelle de la Gironde. Nous avons admis qu'au cours des phases précédentes le Hêtre pouvait croître sporadiquement en Gironde

et dans des régions assez proches. Les conditions plus sèches du Subboréal doivent avoir joué un rôle prépondérant dans le recul et la disparition de cette essence dans la région. Surtout si l'on considère qu'à ces conditions climatiques s'ajoutaient les phases d'ensablement et l'action destructive de l'Homme. A ce moment, le Hêtre a dû reculer jusqu'à ses stations actuelles du Bassin aquitain.

Dans le même ordre d'idée, il est possible que la phase xérothermique marquée de la fin du Boréal ait déjà porté ici un grand préjudice au développement de cette espèce dans les forêts climatiques.

VII. - LE SUBATLANTIQUE

Au cours du Subatlantique, les conditions plus humides, plus océaniques, se rétablissent ainsi que des conditions thermiques légèrement moins favorables. On passe ainsi progressivement à des conditions semblables à celles de la période historique, sans qu'il soit possible de situer nettement la limite des phases subboréale et subatlantique.

Le développement parfois très important de l'Aulne qui peut devenir dominant dans les zones humides ou marécageuses, semble assez caractéristique de cette phase. Mais ailleurs, on rencontre localement des forêts à Pin maritime dominant entrecoupées de landes à *Erica cinerea, Erica scoparia* et *Pteridium aquilinum*. En d'autres points encore les forêts mixtes de la phase précédente sont conservées.

Les espèces herbacées caractéristiques des cultures et des zones défrichées sont encore plus nombreuses jusqu'au sommet des diagrammes.

En somme, au cours du Subboréal et du Subatlantique, les différents faciès de notre flore locale actuelle sont constitués et se conserveront au cours de la période historique sur les points où les sables modernes ne seront pas venus les détruire en divers moments de notre histoire.

Dans l'ensemble des phases subboréale et subatlantique, il est possible de constater des faits analogues à ceux rencontrés dans les diagrammes du Nord et de l'Ouest de l'Europe.

A la chute, puis à la disparition de l'Orme, et ici surtout du Tilleul, s'ajoutent le développement du Pin maritime, la diminution des Chênes et la disparition du Hêtre corrélativement à l'apparition et au développement des *Plantagos, Artemisia, Composées, Rumex,* Crucifères et des Céréales cultivées.

Le net fléchissement de nombreux points du rapport A.P./N.A.P. indique, d'autre part, des faciès marqués de déforestation. Ces faciès se rencontrent au Subboréal et au Subatlantique en relation avec des restes d'industries néolithiques et des vestiges des âges des métaux.

Cependant, nous avons déjà dit que la présence, dans la région littorale, de phases d'ensablement successives rendait difficile de dégager nettement les modifications dues aux différents facteurs, humains, climatiques et géologiques. Il n'est pas impossible, compte tenu de ceci, que l'action humaine se soit manifestée plus tôt au cours de la phase atlantique finale, par exemple comme dans la zone intérieure, les faciès de reconquête à Bouleau et Corylus peuvent succéder à des déboisements dus à l'action humaine aussi bien qu'à des destructions spontanées par les sables. Mais cette hypothèse semble assez hasardeuse, ces mêmes niveaux ne présentant jamais de restes d'industries humaines.

Si elle a pu exister au cours de l'Atlantique, sporadiquement l'occupation humaine en Gironde ne se manifeste nettement qu'à partir du Subboréal.

Il ne faut pas oublier également qu'une occupation humaine mésolithique a été mise en évidence dans le Médoc au voisinage des grands étangs de Lacanau et de Carcans-Hourtin. Ces populations vivant essentiellement de chasse et de pêche, ne semblent pas avoir été des défricheurs de forêts ni des cultivateurs. Leur action n'est donc pas sensible dans les spectres polliniques régionaux de cette période.

L'occupation néolithique, par contre, révélée nettement par les spectres polliniques correspond aux industries des nombreux gisements néolithiques médocains décrits depuis longtemps et bien étudiés par divers auteurs. Les ateliers du Gurp, de la Pinasse, de Dépet pour le Bas-Médoc sont très riches. Des gisements moins abondants mais de même âge sont décrits à Lacanau-Océan, au Pyla et à Andernos pour le Haut-Médoc.

Les âges des métaux sont assez bien représentés en particulier à Andernos et dans de nombreuses stations du Bassin d'Arcachon. En outre, sur la plupart des gisements néolithiques déjà cités l'occupation humaine se continue jusqu'aux premiers siècles de notre ère.

Depuis le Subboréal, un état relativement stable du point de vue climatique et géologique s'est établi et maintenu jusqu'aux premières manifestations des sables modernes envahisseurs.

L'action destructrice de l'Homme au cours de cette longue période et au début de la période historique n'a peut-être pas été sans jouer un rôle plus ou moins direct dans le déclanchement des premières progressions des sables modernes.



CARACTÈRES ÉCOLOGIQUES ET COMPORTEMENT DES PRINCIPALES ESSENCES

Abies pectinata Lamk.

En France, il se développe à l'Est, au Sud d'une ligne brisée partant d'Epinal, passant par Bourg, Clermont, Aurillac, Carcassonne et aboutissant en suivant les Pyrénées aux environs de Bayonne. Essence des zones montagneuses, où il caractérise une zone de végétation bien définie supérieure à celle du Chêne, ne descend dans les plaines que sous les latitudes septentrionales. Il demande une atmosphère humide et des sols profonds, frais et fertiles. Il redoute les sols compacts marécageux ou tourbeux, mais il est indifférent à la nature minéralogique du sol.

Le Sapin n'apparaît qu'en faible pourcentage au début de nos diagrammes correspondant à la fin du Tardi-glaciaire et au Pré-boréal. Nous avons dit que cette faible représentation devait répondre à des apports lointains par les vents à partir de stations reliques des temps glaciaires et inter-glaciaires.

Alnus glutinosa (L.) Gaertn.

Il est commun aux bords des eaux dans toute la France. Il résiste au froid mais est assez sensible aux gelées de Printemps. Assez indifférent à la composition minérale du sol, il demande des terrains humides, mais ni marécageux ni tourbeux.

Il se développe assez tôt sur les zones humides mal drainées et en bordure des marécages et cours d'eaux, au cours du Post-glaciaire. Il ne poussait pas directement sur les marécages où s'accumulaient les tourbes, les eaux stagnantes de façon constante lui étant défavorables. Il formait en bordure de ceux-ci et dans les dépressions humides des ensembles parfois importants. Ces zones bien éclairées lui étaient particulièrement propices. Cependant nous n'avons presque jamais

dans nos diagrammes du Médoc une dominance réelle de l'Aulne, comme cela est presque classique dans beaucoup de plaines françaises. Peut-être cela tient-il à ce que l'Aulne se plait surtout dans les vallées humides et il est relativement défavorisé dans cette région exposée aux vents océaniques. Il se maintient au cours des différentes phases sur les sols qui lui sont favorables, c'est le cas du Bordelais (Cubzac) et joue plutôt ici un rôle d'indicateur de faciès locaux. Cependant son rôle peut avoir été plus important que ne le révèlent les diagrammes vers la fin du Post-glaciaire, compte tenu du fait que l'action humaine et le bétail peuvent influencer fortement sa représentation dans les diagrammes (PFAFFENBERG 1952).

Betula verrucosa Ehrh.

Cette essence est disséminée dans nos pays et se présente principalement en taillis. Il exige beaucoup de lumière et résiste bien au froid. En France c'est souvent un occupateur des places vides, surtout après incendie. Il existe plus ou moins disséminé dans les landes acides. Il supporte les sols les plus médiocres, bien qu'il préfère les terrains légers, sablonneux, à sous-sol frais ; mais il se contente de sols superficiels assez pauvres. De densité très variable suivant le stade de reconquête, il améliore le sol et prépare le retour de la forêt climatique.

Le Bouleau joue un rôle très effacé dans le peuplement forestier post-glaciaire de la région étudiée, sauf au moment de la récolonisation végétale des sables dunaires mis en place à divers moments.

Cistus (Tourn.) L.

Les différentes espèces de ce genre appartiennent à la flore méditerranéenne et méditerranéenne-atlantique. Il est probable que les pollens de Cistus rencontrés dans nos diagrammes appartiennent à Cistus salviaefolius, l'espèce du littoral méditerranéen et atlantique qui remonte actuellement jusqu'à la Rochelle et Noirmoutier en montrant une nette préférence pour les sols siliceux.

Coriaria myrtifolia L.

Cet arbrisseau ouest-méditerranéen se rencontre sur les côtes de la France méridionale. Actuellement il existe en Gironde sur les coteaux calcaires, secs et pierreux, du Bazadais et de l'Entre-Deux-Mers. Sa représentation dans les spectres polliniques du Boréal-atlantique permet de penser qu'il faisait partie, à cette phase, de peuplements importants dans l'ensemble de la Gironde.

Corylus Avellana L.

Le Noisetier est commun dans les forêts des plaines et basses-montagnes de presque toute la France. Il est rare dans la région méditerranéenne. Il habite

toute l'Europe et s'élève en montagne au-dessus du Hêtre, jusqu'à 1400 m dans les Pyrénées. Il préfère les sols frais quelle que soit leur composition minéralogique.

Cette espèce pionnière ne joue un rôle important ici qu'à la phase boréale. Mais ce rôle est temporaire et beaucoup moins marqué qu'en Europe septentrionale. Son développement est ici vite freiné par l'avancée rapide des feuillus. Il peut marquer de nouvelles avancées en divers points des diagrammes en corrélation avec les faciès de reconquête forestière, mais il reste souvent subordonné au Bouleau au cours de ces phases dans la zone côtière.

Ericales

Les Ericales jouent un rôle très important en divers points de nos diagrammes. *Erica cinerea, Erica scoparia, Arbutus Unedo,* méditerranéens et méditerranéens-atlantiques sont bien développés à la phase xérothermique fini-boréale.

Il faut remarquer la présence d'espèces ibéro-atlantiques, présentes dans nos analyses dès le milieu du Boréal et donnant un caractère local à la flore. Il s'agit d'*Erica Lusitanica* (signalée actuellement en quelques points du Bassin d'Arcachon), *Erica Mediterranea* (signalée à St-Sauveur), *Dabaecia Cantabrica* (signalée comme très rare à Léognan). Ces espèces sont venues avec les Thermophiles depuis leurs refuges sud-pyrénéens. Elles se rencontrent en pourcentages notables à l'optimum xérothermique fini-boréal. Elles avaient alors une répartition beaucoup plus étendue que leurs stations actuelles. Elles peuvent servir de bons repères de cette phase et du début de l'Atlantique. Elles se maintiennent au cours de l'Atlantique mais de façon moins marquée. Elles régressent au cours des phases suivantes.

Erica Tetralix, Erica vagans et *Erica ciliaris* également méditerranéennes-atlantiques et ibéro-atlantiques se développent particulièrement à la phase atlantique. Elles se maintiennent localement par la suite. Elles font encore partie de notre flore locale.

Au cours du Subboréal et du Subatlantique, *Erica cinerea, Erica scoparia, Arbutus Unedo* et *Calluna vulgaris* apparaissent très abondantes dans les faciès de reconquêtes après brûlis, les landes et les sous-bois secs.

Fagus silvatica L.

Il s'étend de l'Atlantique à la Caspienne. Il recherche les expositions nord et nord-est. Ce n'est que dans les régions septentrionales, sur les côtes du Nord et de la Baltique que le Hêtre devient l'arbre des plaines. Son altitude maximum s'élève du Nord au Sud. Il s'élève à 1700 m dans les Pyrénées et à 260 m en Norvège. Il cesse de croître quand les températures de janvier sont inférieures à - 5 ou - 6° pour les plaines et à - 6 ou - 7° en montagne. Il lui faut 7 à 8 jours

de pluie pendant les mois d'été de juin à août. Il supporte assez bien l'ombre et résiste au froid de l'Hiver, mais souffre des gelées tardives. Il aime l'atmosphère humide. Assez indifférent à la composition minéralogique du sol, il préfère les sols meubles, filtrants, frais et redoute ceux compacts, humides, marécageux.

Le comportement du Hêtre est ici très particulier et différencie nos diagrammes de ceux des autres plaines françaises.

Cette espèce se rencontre très tôt dans nos diagrammes, dès le Boréal, mais en faible pourcentage. Cette représentation sporadique se maintient au cours de l'Atlantique pour diminuer et s'annuler ensuite.

Le Hêtre ne semble donc pas avoir appartenu, ou très sporadiquement, aux ensembles forestiers de Gironde. Nous avons dit ce qu'il faut en penser. Si les conditions de climat ne lui étaient pas défavorables, celles du sol ne lui convenaient guère et surtout les phases xérothermiques boréale et peut-être subboréale l'ont repoussé dans des zones de vallées humides du Bassin aquitain.

Fumana coridifolia P. F.

Cette espèce circum-méditerranéenne se développe sur les lieux secs et arides des terrains calcaires, rarement sur les terrains sablonneux. On le rencontre actuellement en Gironde dans le Blayais, l'Entre-Deux-Mers et le Libournais.
Des pollens de ce type sont assez fréquents dans les niveaux boréo-atlantiques et au Subboréal. Ils se maintiennent parfois plus ou moins sporadiques au cours des autres phases.

Helianthemum (Tourn.) Ad.

De même que dans le genre Cistus toutes les espèces sont méditerranéennes, Ibéro-méditerranéennes et Ouest-méditerranéennes.

Ces Cistacées caractéristiques dans nos diagrammes de la phase xérothermique boréale, sont arrivées ici à la faveur de cette variation climatique et s'y sont maintenues dans les zones où elles rencontraient des micro-climats favorables. Elles ne se présentent qu'irrégulièrement et en faibles pourcentages après le début de l'Atlantique. Elles peuvent marquer de nouveau une légère recrudescence au Subboréal et parfois à la fin des diagrammes où, comme actuellement, elles devaient occuper les zones sableuses sèches et déboisées ou les sables dunaires nouvellement mis en place.

Myrica Gale L.

Cette espèce hygrophile atlantique est rencontrée à partir de la phase atlantique. Elle devait être bien développée dans les zones humides et en bordure des

marécages. Nous nous sommes attachés à distinguer le pollen de ce genre de celui de Corylus Avellana, ce qui s'est avéré possible. Cependant, étant donné les grandes ressemblances morphologiques du pollen de ces deux espèces, nous les avons réunies sous la rubrique Corylus dans les diagrammes.

Osyris alba L.

Espèce circum-méditerranéenne, elle habite les sols sablonneux et secs, les lieux incultes. Actuellement rare en Gironde, elle est signalée au Verdon, à Soulac et à la Roque-de-Thau. Apparue dans les tourbes girondines au fini-boréal, elle se maintient ensuite localement plus ou moins sporadique.

Phillyrea (Tourn.) L.

Ce genre méditerranéen est caractéristique de la région de l'Olivier et du maquis. Il existe actuellement sur les coteaux calcaires du Médoc, du Blayais, du Libournais et de l'Entre-Deux-Mers.

Son pollen se rencontre ici sporadiquement au fini-boréal parfois au début de l'Atlantique. Ce genre devait prospérer dans les régions girondines à cette époque, formant des peuplements de type méditerranéen xérothermique avec *Quercus Ilex, Arbutus Unedo,* etc. Peut-être s'étendait-il jusqu'aux régions côtières actuelles. Mais sa présence, très rare dans les tourbes médocaines, peut aussi se rapporter à un apport par les vents depuis les zones intérieures.

Pinus L.
Pinus pinaster Soland

Cette espèce présente actuellement une aire de répartition s'étendant du Portugal à la Grèce (30° de longitude) et de la Dalmatie et des Monts des Maures et de l'Estérel jusqu'en Sicile et même en Afrique du Nord (10° de latitude). Ses stations sont essentiellement littorales ou insulaires s'écartant peu des bords de mer. Il s'élève cependant jusqu'à 1000 m en Corse et 1300 m près de Grenade.

En France, il existe dans la région méditerranéenne et le Sud-Ouest. Il a été introduit au-delà de sa limite septentrionale, notamment dans la Bretagne, le Maine, la Sologne, la Normandie.

Essentiellement silicicole, il refuse les terrains calcaires. A part cela, il croît sur tous les sols pourvu que le sous-sol, même à grande profondeur, conserve en toutes saisons une certaine fraîcheur. Il préfère cependant les sols meubles profonds et frais.

Il ne se développe largement que dans le Sud lorsque la température moyenne annuelle atteint 12°. Il ne supporte pas les grands froids prolongés du Nord de la France.

Dans les diagrammes obtenus dans cette étude, cette essence apparaît comme autochtone en Gironde. Son pollen se manifeste dans les pluies polliniques dès le réchauffement boréal en même temps que l'ensemble des espèces thermophiles. Au cours de l'optimum de l'Atlantique, il commence à se mélanger localement aux Chênaies. Il peut continuer parfois à se développer parallèlement aux feuillus sur les zones favorables, sables de la région littorale par exemple, qu'il est plus apte à occuper que les Chênaies.

Le Pin maritime ne fera que s'affirmer au cours des phases finales, s'introduisant de plus en plus dans les Chênaies pour former des forêts mixtes. Evidemment, dans ces interprétations, il ne faut jamais perdre de vue l'énorme pouvoir de pollinisation du Pin, donc sa sur-représentation dans les diagrammes. Son rôle était donc peut-être moins important que ne l'indiquent les chiffres.

Nous avons déjà dit comment les phases géologiques locales et l'action de l'Homme ont fortement conditionné la composition des ensembles forestiers au cours du Subboréal et du Subatlantique. Ces facteurs favorisent le développement du Pin maritime, formant des pineraies presque pures localement.

Pinus silvestris L.

Cette espèce est localisée actuellement en Europe septentrionale et dans les zones montagneuses. Elle est très avide de lumière et pousse indifféremment sur les sols pauvres et les sols riches, cependant, sur ces derniers, elle ne peut supporter la compétition avec les feuillus. Cette espèce trouvait donc ici des sols pauvres qui lui convenaient. Elle formait d'importantes forêts à la fin du Tardiglaciaire, au Pré-boréal et au début du Boréal. A ces périodes, elle est l'essence dominante. Ses pourcentages diminuent assez vite devant le développement des feuillus. Il est possible cependant qu'il se soit maintenu localement (Moyen et Haut-Médoc) assez longtemps, cédant lentement sa place. Mais en général, dès la deuxième moitié de la phase boréale il est en complète régression en Gironde. Actuellement, il ne se rencontre plus à l'état spontané dans cette région.

Populus (Tourn.) L.

Les conditions climatiques du Post-glaciaire permettent de penser que le Peuplier pouvait très bien se développer ici dès l'amélioration thermique, en particulier dans les zones fraîches. Le pollen de ce genre se conserve mal en dehors des tourbières bombées, en outre, son identification est assez délicate : il n'a donc pas été possible de tracer une courbe relative à cette essence.

Quercus (Tourn.) L.
Quercus Ilex L.

C'est une espèce de l'Europe méridionale et du nord de l'Afrique. En France ses lieux préférés sont la région méditerranéenne, la côte ouest de la Corse et

e littoral atlantique, car le Gulf Stream permet sa végétation de Bayonne à t-Brieuc. Très robuste, il résiste aux plus grandes ardeurs du soleil et se ontente des sols les plus médiocres. Il semble se plaire particulièrement sur es terrains calcaires. Cette espèce se rencontre actuellement çà et là en Gironde ans les régions I et IV.

Quercus pedunculata Ehrh.

Il occupe une aire fort étendue sur 65° de longitude, du pied de l'Oural et a Caspienne au littoral de l'Océan Atlantique. Pour limite équatoriale il admet ne ligne qui, partant de l'Espagne méridionale, passe au sud de la Sicile, de 'Italie, de la Grèce et traverse l'Asie mineure pour aboutir au Caucase oriental. a limite polaire part de l'Ecosse, s'élève en Norvège jusqu'à 63°, puis s'infléhit vers le Sud-Est par St-Pétersbourg jusque dans l'Oural. Soit un écart Nordud de 26°.

Il recherche les plaines et les fonds de vallées. Il se retrouve pourtant dans es collines et s'élève même dans les montagnes, mais à l'état disséminé, jusu'à 1000 m dans les Pyrénées orientales, s'il y trouve l'humidité nécessaire. l ne présente aucune préférence du point de vue de la nature du sol, pourvu u'il soit humide, tout au moins frais et suffisamment profond. Les sols argiloableux lui sont particulièrement favorables. Il réclame beaucoup de lumière dès a jeunesse. Il est assez sensible au froid et souffre des gelées printanières. l perd souvent pousses, feuilles et fleurs pour peu qu'au Printemps la tempéature descende au-dessous de 0°. Il résiste bien au vent. En France, il se éveloppe bien aux altitudes basses et moyennes sauf sur les stations chaudes e la région méditerranéenne.

Quercus pubescens Willd.

Cette espèce se développe dans le sud de l'Europe jusqu'aux environs de Paris. Il demande de la lumière et se plait surtout sur les sols calcaires secs ans des conditions climatiques chaudes. Il se présente comme une relique proable d'époques plus chaudes. Il existe actuellement en Gironde, principalement ans l'Entre-Deux-Mers.

Quercus Toza Bosc.

Il occupe une bande étroite longeant l'Océan du Portugal à la Loire. Son lomaine est celui des sols siliceux. Il s'accommode des terrains les plus ingrats où aucune autre espèce ne pourrait se maintenir. Il se rencontre dans toutes les xpositions mais sans quitter la région littorale de l'Ouest. Cependant, les expoitions chaudes lui conviennent particulièrement. Il demande une atmosphère humile et souffre des gelées printanières. Cette espèce d'origine ibéro-aquitaine préère les influences atlantiques chaudes. Actuellement, on le rencontre en Gironde urtout dans la partie landaise et le Réolais.

Quercus pedunculata et *Quercus Toza*, arrivés très tôt au cours du réchauffement post-glaciaire, apparaisent ici comme les représentants principaux de la Chênaie-mixte et les composants essentiels des forêts climatiques. Les Chênaies de *Quercus pedunculata* et *Toza*, favorisées par les conditions atlantiques, trouvent ici un domaine idéal. Leur courbe est cependant fortement modifiée par les phénomènes géologiques, phases d'avancées des sables.

Quercus pubescens peut former des ensembles à caractères plus xérothermiques à la faveur de la variation climatique de la fin du Boréal. Il semble se maintenir localement grâce à des micro-climats favorables dans la suite du Post-glaciaire. Certaines de ces stations existent encore à l'heure actuelle en Gironde.

Nous avons vu que la présence et le développement de *Quercus Ilex* apparaissent comme caractéristiques de la phase fini-boréale. Cette essence a pu atteindre à cette période un assez grand développement. Par la suite, il se maintient dans des conditions locales favorables, origine de ses stations actuelles.

Rhamnus Frangula L.

Cette espèce se développe bien sous un léger couvert ; elle recherche les sols frais ou humides et même tourbeux. Elle est signalée actuellement dans les bois de Pins, çà et là, particulièrement abondante à Lège, sur le bord du Bassin d'Arcachon.

Elle apparaît dans les diagrammes surtout à l'Atlantique où elle devait être abondante dans les sous-bois humides. Elle se maintient ensuite en faibles pourcentages.

Rhus coriaria L.

Cette espèce affectionne les sols calcaires et secs de la région méditerranéenne. Elle croît sur les collines et les escarpements rocheux. Actuellement en Gironde, elle est abondante sur le versant méridional des coteaux de St-Laurent, dans le Blayais et l'Entre-Deux-Mers. Des pollens du genre *Rhus*, probablement *R. coriaria* font partie du groupe des Méditerranéennes rencontrées au fini-boréal dans les diagrammes du Bordelais.

Tilia (Tourn.) L.
Tilia platyphyllos Sesp.

Cette espèce atlantique préfère les sols frais et même humides ; elle est beaucoup moins exigeante que l'Orme du point de vue richesse du sol. Demandant beaucoup de lumière, elle est considérée par certains auteurs comme une pionnière sur les terrains ensoleillés (LOHMEYER 1953, OBERDORFER 1957).

Tilia cordata Miller

Cette essence, principalement caractéristique des terrains calcaires, ne semble pas représentée ici. C'est un arbre de région plus continentale et à distribution géographique beaucoup plus septentrionales que le précédent.

Il n'a pas été possible malheureusement de parvenir à une détermination spécifique des pollens de Tilleul dans nos analyses.

Nous voyons sur nos diagrammes que l'Orme et le Tilleul ne jouent qu'un rôle secondaire dans la Chênaie-mixte.

L'Orme en particulier est toujours faiblement représenté.

Le Tilleul est ici localement mieux représenté. Dans le Bas-Médoc et le Bordelais, il semble jouer un rôle important dans les Chênaies-mixtes. Nous avons vu que les conditions et le pouvoir de pollinisation de cette essence renforcent encore ce point de vue. Il est possible que cette essence, demandant beaucoup de lumière et beaucoup moins exigeante que l'Orme, ait colonisé assez tôt les terrains encore libres de feuillus qui lui étaient favorables.

Au Subboréal, le Tilleul marque un net recul, beaucoup plus caractérisé que celui de l'Orme. On peut invoquer pour expliquer ce fait une modification climatique dans le sens d'une diminution relative de l'humidité, puis des conditions thermiques moins favorables au Subatlantique. Il vient s'y ajouter les conditions édéologiques et l'action humaine comme nous l'avons vu.

Ulmus campestris L.

Il se développe dans les vallées et les plaines du centre et du sud de l'Europe. Dans nos forêts, il se rencontre à l'état disséminé et isolé dans les haies. Il demande suffisamment de lumière et souffre des gelées. Il est exigeant du point de vue du sol et ne prospère que sur les terrains fertiles et frais.

Comme nous l'avons vu, il n'est guère possible de retenir ici la chute de l'Orme comme critère de la limite Atlantique-Subboréal, que cette chute soit interprétée comme en relation avec une variation climatique suivant le point de vue d'IVERSEN, soit comme un effet de l'action humaine suivant TROELS-SMITH. De toute façon, cette espèce est trop faiblement développée dans les diagrammes girondins pour qu'il soit possible de la retenir comme critère.

LES PRINCIPAUX ENSEMBLES FLORISTICO-GÉOGRAPHIQUES

Développement et évolution au cours du Post-Glaciaire

..- GROUPE DES MEDITERRANEENNES

Nous avons vu que la flore girondine actuelle comporte un important cortège e Thermophiles méditerranéennes : méditerranéennes vraies, méditerranéennes-tlantiques et ibéro-méditerranéennes. Cet ensemble très important pose un inté-essant problème, quant à ses origines.

A la lumière de ce que l'on peut retenir des études palynologiques quater-aires et préquaternaires dans le Sud-Ouest de la France, certaines hypothèses ont possibles.

1°- Les méditerranéennes vraies

Ces genres et espèces se rencontrent d'une manière générale dans nos dia-rammes girondins, dès la fin de la deuxième moitié de la phase boréale, phase haude à caractère xérothermique comme nous l'avons vu, tout au moins dans a deuxième moitié. Parfois certains de ces éléments sont présents un peu plus ôt, mais en petit nombre et sporadiquement, dès le milieu de la phase Boréale, n particulier : *Quercus Ilex, Osyris alba, Cistus cf salviaefolius.*

Puis au cours de la phase xérothermique fini-boréale, on trouve *Rhus cf coriaria, Coriaria cf myrtifolia, Osyris alba, Phyllirea, Cistus, Helianthemum* et *Quercus Ilex* en très notable développement parallèlement aux autres feuillus.

Dans cette phase, le groupe des méditerranéennes vraies est bien développé. Ces essences devaient alors occuper une aire de répartition plus vaste que l'actu-lle en Gironde. En effet elles sont présentes dans tous nos diagrammes en par-iculier ceux relatifs à des zones où elles n'existent plus actuellement.

On peut utilement comparer les répartitions, actuelle et post-glaciaire, de certains de ces types. Dans nos diagrammes, on trouve au Boréal final les gen-res *Coriaria, Phyllirea, Rhus* en zones I et II, en particulier dans l'ensemble du Médoc et aussi dans les marais du Bordelais. Actuellement, ils n'existent plus dans les zones I et II mais seulement en zone IV et parfois, mais plus rarement, en zone III où ils sont rares ou très rares.

Ces essences semblent donc reléguées actuellement dans le centre du département sur les zones calcaires sèches et les coteaux ensoleillés qui lui offrent des microclimats d'élection.

Ces éléments régressent pour la plupart au cours des phases suivantes.

Il est logique de penser que ces genres et espèces ont atteint en Gironde leur développement maximum post-glaciaire au cours de la deuxième moitié de la phase boréale, ceci à la faveur d'un climat xérothermique. Nous avons vu également qu'elles commencent à arriver dans la région dès le milieu de la phase boréale, c'est-à-dire dès que le climat a été assez favorable pour leur permettre d'atteindre la Gironde à partir de leurs refuges wurmiens. Il semble bien que l'on ait ici un important jalon permettant de repérer nettement dans le temps l'origine de l'élément méditerranéen de notre flore girondine.

Dans l'état actuel des études palynologiques, on ne sait à peu près rien de l'emplacement exact des refuges de ces essences pendant les périodes glaciaires.

Elles ont pu émigrer à partir des plaines du Sud-Est par le seuil de Naurouze et par les vallées secondaires de l'Aude et du Roussillon, au cours du réchauffement post-glaciaire. Mais peut-être avaient-elles des refuges beaucoup plus proches. Malheureusement, les documents palynologiques ne sont pas encore assez nombreux pour permettre de repérer les étapes précises de cette extension pour l'ensemble du Sud-Ouest et du Sud-Est de la France.

2° – Les méditerranéennes-atlantiques

Ces éléments apparaissent en Gironde à peu près en même temps que les précédentes, mais certaines d'entre elles se caractérisent dans nos diagrammes par une apparition plus précoce dès la première moitié du Boréal. C'est le cas des *Erica cinerea* et *scoparia* et des *Isoètes Hystrix* et *variabile* dont les spores sont rencontrées dans les tourbes à roseaux du Boréal.

Dans la deuxième moitié de la phase boréale et au fini-boréal, on rencontre bien développés, en outre des espèces déjà citées : *Arbutus Unedo* et de nombreux pollens *d'Helianthemum*.

Si les méditerranéennes-atlantiques se maintiennent au cours de la phase xérothermique de la fin du Boréal, celle-ci ne les favorise pas spécialement et elles sont dominées par les méditerranéennes vraies à caractère xérophile.

Mais, contrairement à ces dernières, elles continuent avec parfois un assez grand développement dans les phases suivantes. C'est le cas d'*Erica cinerea* et *scoparia* qui sont parfois abondantes dans certains faciès de la phase atlantique et très développées dans les phases finales subboréale et subatlantique.

Si on compare la répartition actuelle en Gironde des éléments de ce groupe avec leur répartition dans nos diagrammes, on constate qu'elles occupaient les mêmes zones. Cependant, il faut considérer comme un peu différent le comportement d'*Arbutus Unedo* qui est encore représenté aujourd'hui dans les mêmes zones qu'au Post-glaciaire, mais ses pourcentages polliniques, au cours de certaines phases, font penser à une représentation plus abondante qu'actuellement.

Donc les méditerranéennes-atlantiques sont arrivées très tôt en Gironde et y ont occupé rapidement une zone de répartition semblable à celle qu'elles occupent encore de nos jours mais avec une représentation plus importante.

Ce groupe se maintient au Post-atlantique. Ses éléments : *Erica cinerea. Erica scoparia, Arbutus Unedo, Helianthemum,* y jouent plutôt un rôle d'indicateurs de faciès locaux du type landes, clairières sèches, zones sableuses, constituant des micro-climats favorables.

Au sommet des diagrammes, ces essences, surtout les Ericales, caractérisent les zones déboisées par l'Homme, les repeuplements après brulis et les surfaces abandonnées par la culture.

Le groupe des méditerranéennes dans son ensemble a donc joué un rôle beaucoup plus important qu'actuellement pendant l'optimum xérothermique post-glaciaire. Il donne un caractère original à nos flores régionales et présente un intérêt certain du point de vue paléoclimatique. Du point de vue zonation climatique, il permet de caractériser avec précision le fini-boréal et par suite la limite boréo-atlantique, point important de l'évolution climatique repéré avec précision dans le temps, dans de très nombreux gisements d'Europe. En outre, ces éléments apportent quelques précisions sur une phase particulièrement délicate à délimiter et à caractériser avec netteté, comme nous l'avons vu, la phase subboréale. Dans la plupart de nos diagrammes, le groupe des méditerranéennes montre une légère recrudescence au cours de cette phase. La constance de ces types à cette phase, bien qu'en faible pourcentage, semble exclure l'hypothèse d'une contamination possible. Ce fait indique donc, pour le Subboréal, un climat légèrement plus sec, donnée très importante pour une période au cours de laquelle l'action humaine et les phénomènes géologiques locaux viennent perturber les spectres polliniques et rendre plus difficile la distinction des phénomènes climatiques purs.

III. – GROUPE DES IBERO-ATLANTIQUES ET IBERO-AQUITAINES

On peut noter dans les diagrammes polliniques girondins l'arrivée de quelques-unes de ces espèces dès le milieu du Boréal et parfois même au cours de la première moitié de cette phase. En particulier, on rencontre des Ericales (*Erica Lusitanica, E. ciliaris, E. vagans, E. Tetralix, Dabaecia Cantabrica)* et *Quercus Toza,* en quelques points aux côtés de *Quercus pedunculata.*

Il est intéressant d'attirer ici l'attention sur la présence précoce de ces types donnant très tôt son caractère local particulier à la flore.

Au début de la période atlantique et même parfois au Boréo-atlantique, ce groupe est bien représenté ; aux précédentes est venue se joindre *Erica Mediterranea*.

Comme les méditerranéennes-atlantiques, ces types se maintiennent la plupart du temps pendant l'Atlantique et au Post-atlantique. Cependant, on note le plus souvent une nette régression d'*Erica Lusitanica* et *Mediterranea* ainsi que de *Dabaecia Cantabrica*. Les deux dernières disparaissent après l'Atlantique dans les diagrammes de la région côtière (Zones I et II de Jean-Jean).

On peut en conclure que ces espèces sont entrées en régression en Gironde dès après l'optimum climatique, régression qui s'est poursuivie jusqu'à nos jours où elles n'occupent plus qu'une aire restreinte (I et II pour *Erica Lusitanica* alors qu'elle est bien représentée dans le Bordelais au Post-glaciaire, Zone IV à Saint-Sauveur pour *Erica Mediterranea* présente dans les diagrammes du Médoc à l'Atlantique et au Boréo-atlantique, enfin surtout *Dabaecia Cantabrica* très rare actuellement en Zone VI, qui est rencontrée dans des diagrammes du Médoc et du Bordelais).

Il semble que les éléments de ce groupe se soient répandus dans nos plaines du Sud-Ouest à partir de leurs refuges du sud des Pyrénees où elles s'étaient retranchées pendant les glaciations quaternaires. A la faveur des conditions plus favorables du Post-glaciaire, elles sont remontées dans nos régions par les cols pyrénéens. En faveur de cette hypothèse, il faut signaler dans nos diagrammes du piedmont pyrénéen français [165] la présence d'Ibéro-atlantiques telles que *Dabaecia Cantabrica, Erica Tetralix, E. Ciliaris, E. Lusitanica*, sous forme de quelques pourcentages dès le début du Boréal, donc nettement plus tôt qu'en Gironde. Ces stations pyréneennes, situées plus au sud, beaucoup plus près des zones refuges, ont été colonisées plus tôt.

III.- GROUPE DES ATLANTIQUES

Les essences atlantiques, très importantes dans notre flore locale actuelle, arrivent très rapidement dans nos diagrammes polliniques, dès le début du réchauffement post-glaciaire pour s'épanouir dans la deuxième moitié de la phase boréale et dominer largement à la phase atlantique.

Nous avons vu que la plupart des feuillus atlantiques et subatlantiques sont présents dès le début du Post-glaciaire, même dans les phases initiales à conifères dominants ils sont en faibles pourcentages, mais présents.

Une remarque analogue peut être faite relativement aux tourbières du Pays Basque, que nous avons étudiées. Même au cours du Tardi-glaciaire, ces types sont toujours représentés. Ils se maintiennent depuis l'Alleröd à côté du Bouleau et du Pin sylvestre, pendant la phase froide bien marquée du Dryas récent. Parmi les essences forestières de ce groupe, en dehors des pionniers *Corylus* et *Betula* dont nous avons déjà dit le comportement, un des premiers éléments rencontrés est le Chêne pédonculé auquel s'ajoutent rapidement l'Aulne, puis l'Orme et le Tilleul.

Les atlantiques se développent très vite au cours de la première moitié de la phase boréale. Les Chênaies en particulier sont bien développées dès le milieu de cette phase. Elles atteindront leur maximum à l'Atlantique. L'ensemble le mieux et le plus largement représenté est la Chênaie-mixte à Quercus pedunculata dominant, Orme et Tilleul secondaires.

Cet ensemble type devait se présenter ici sous des formes variées : Chênaie silicicole fraîche (Chêne pédonculé dominant, *Molinia caerulea*, *Erica Tetralix*, *E. ciliaris* et parfois *Salix* et *Betula* secondaires), Chênaie à caractère plus xérophile qui devait prospérer sur les îlots calcaires (Chêne pédonculé mélangé à *Quercus Toza* et parfois à *Quercus pubescens*).

Nous avons vu que vers la fin de la phase atlantique, des types de forêts mixtes à Chêne – Pin maritime ou Chêne – Pin maritime et Aulne suivant les conditions locales, s'étaient établies et ont persisté parfois longtemps au cours des phases suivantes.

Dans ces phases post-atlantiques les spectres polliniques arbustifs évoquent souvent l'existence de types de Chênaies-Coudraies avec sous-étage de Coudrier bien développé, formation caractéristique du repeuplement des anciennes zones incendiées ou cultivées. Egalement dans ces mêmes phases devaient exister localement des Chênaies à Bruyères, faciès dégradés des Chênaies-mixtes.

Les Aulnaies sont bien développées sur les zones fraîches, particulièrement dans la deuxième moitié de la phase atlantique et parfois au Subatlantique. Mais cette formation n'a qu'un caractère d'indicateur de faciès local de zones fraîches ou mal drainées.

Le groupe des atlantiques, si important dans nos diagrammes et notre flore actuelle de Gironde, pose un intéressant problème, celui de la situation de ses zones de refuges pendant les temps glaciaires. Cette question est entière pour le moment. Cependant, nos diagrammes girondins et pyrénéens montrent la présence très précoce des atlantiques et des subatlantiques et leur développement rapide. On peut en conclure que leurs refuges étaient relativement proches de nos régions. On est tenté de penser pour ces refuges, aux vallées abritées et aux pentes ensoleillées, exposées au midi des coteaux du sud, du sud-est et du centre du Bassin Aquitain.

Il est très probable que ces genres et espèces aient existé depuis très longtemps dans la région. Les atlantiques et subatlantiques sont abondantes au Pliocène (flores de Tegelen, Reuver, etc.) et au Villafranchien (Cromer). Les principaux genres et espèces actuels étaient déjà représentés. Dans le Sud-Ouest de la France, les documents manquent à ce point de vue. Cependant, les niveaux du Gurp, en particulier le niveau tourbeux attribuable au Quaternaire ancien, révèlent la présence de ces types floristiques.

Il n'est donc pas impossible de penser que ces derniers se sont maintenus pendant les glaciations dans des zones favorables à partir desquelles ils se sont répandus pendant les inter-glaciaires et au Post-glaciaire.

L'analyse pollinique d'une couche archéologique contenant un squelette d'enfant moustérien au Roc de Marsal (Dordogne) (VAN CAMPO et BOUCHUD 1962) [199] montre la présence de nombreuses atlantiques : Coudrier, Tilleul, Hêtre, Orme, Peuplier, Erable... Ce peuplement est nettement en faveur de l'attribution, comme le font remarquer les auteurs, des vallées calcaires ensoleillées du pourtour du Massif Central comme zones de refuges. Les analyses en cours au Laboratoire de Préhistoire de Bordeaux, relativement à de très nombreux niveaux du Quaternaire ancien et moyen de Dordogne, semblent jusqu'à présent apporter des éléments analogues en faveur de cette hypothèse.

IV.- GROUPE DES CIRCUMBOREALES ET ARCTIQUES

Ce groupe est assez peu représenté actuellement en Gironde.

Certains éléments peuvent être considérés sinon comme de véritables reliques glaciaires, mais comme ayant été amenés par l'extension de la flore froide au cours des glaciations.

Au tout début du Post-glaciaire, certains éléments de ce groupe sont plus développés et plus nombreux qu'actuellement dans les diagrammes girondins : Artemisia, Composées liguliflores, *Parnasia palustris*, *Drosera rotundifolia*, *Lycopodium inundatum*, *Polystichum spinulosum*, *Pinus silvestris* et *Abies pectinata*, ces derniers disparus actuellement de Gironde. A propos des Composées, en particulier des *Artemisia*, il faut signaler l'intérêt des déterminations spécifiques qui seraient précieuses ici.

V.- GROUPE DES STEPPIQUES, EURASIATIQUES ET EURO-SIBERIENNES

Ce groupe est bien développé au début du Post-glaciaire, surtout pendant la courte phase initiale précédant le développement rapide des feuillus, pendant laquelle il reste encore des zones ouvertes non encore boisées, ce qui subsiste des vastes landes et steppes des phases glaciaires et tardi-glaciaires. A cette période, on rencontre dans nos diagrammes : *Ephedra distachya* et de nombreuses

Crucifères, Composées, Polygonacées, Chénopodiacées et également de très nombreuses Hygrophiles qui sont en même temps des Héliophiles.

Ce groupe régresse notablement pendant les optimums thermiques avec le développement des forêts. Bien entendu, les Hygrophiles se maintiennent dans les zones de marécages qui d'ailleurs réalisent de bonnes conditions d'éclairement.

Au sommet des diagrammes, ces éléments marquent une nouvelle et importante recrudescence mais ici c'est l'action humaine par le déboisement et les cultures, ainsi que les phénomènes géologiques par l'extension des zones de sables dunaires nouvellement mis en place, qui entraînent ce développement en créant des zones ouvertes favorables à ces types floristiques.

Toute la population végétale de nos dunes littorales actuelles et de nos estrans appartient à ce groupe. La plupart des genres existent déjà au début de nos diagrammes même en dehors de la zone littorale représentant alors le peuplement des landes et des steppes développées pendant les temps glaciaires et tardi-glaciaires.

Il est donc possible à la lumière des diagrammes polliniques de commencer à se faire une idée de l'origine et de l'évolution de notre flore girondine du début du réchauffement post-wurmien jusqu'à l'époque historique.

On peut considérer logiquement que les éléments des groupes steppiques, eurasiatiques, circumboréaux et arctiques sont les survivants de la flore des temps glaciaires et tardi-glaciaires, développés dans notre région à la faveur du refroidissement.

Les types atlantiques et subatlantiques, déjà nombreux à la fin du Pliocène et au Villafranchien, ont reculé devant l'extension des conditions froides jusque dans des zones refuges. Celles-ci étaient probablement situées dans certaines régions de notre Bassin Aquitain lui-même. Avec l'amélioration du Post-glaciaire ce groupe s'est étendu rapidement pour devenir un élément dominant de la flore actuelle.

Les éléments méditerranéens, Ibéro-atlantiques et Ibéro-aquitains constituent un des caractères originaux de nos diagrammes. Une hypothèse classique envisage leur venue du Sud-Est probablement par le Languedoc ou du versant espagnol par les cols pyrénéens, et leur remontée vers le Nord avec l'amélioration thermique. Ils arrivent en Gironde dès le milieu du Boréal, parfois même plus tôt. La deuxième moitié de cette phase de climat xérothermique leur permet un développement marqué et une aire de répartition beaucoup plus vaste que celle qu'ils occupent actuellement.

La composante méditerranéenne de notre flore girondine peut être considérée comme les vestiges de cette occupation.

Il est possible que certains de ces éléments se soient répandus à partir de refuges plus proches, régions privilégiées du Bassin Aquitain lui-même, ce qui rendrait compte de leur apparition précoce dans nos diagrammes. A ce point de vue, il est intéressant de signaler la présence de Méditerranéennes vraies et de Méditerranéennes-atlantiques dans une couche inter-glaciaire, située près de Biarritz et attribuée provisoirement au Mindel-Riss (OLDFIELD 1960) [153-155]. L'auteur y signale la présence de pollens de : Quercus Ilex, Phillyrea, Erica cf Mediterranea, E. Lusitanica (une graine), Buxus semper-virens, Vitis sp. Certaines espèces à affinité méditerranéenne existaient donc pendant les inter-glaciaires dans le Sud-Ouest de la France.

Il faut encore, au sujet de ce dernier groupe, remarquer qu'il est possible qu'il ait été bien représenté ici au cours du Pliocène et du Villafranchien. Certains genres (Vitis, Coriaria, Trapa...) peuvent être considérés comme des relictes tertiaires. Ces éléments refoulés pendant les glaciations n'auraient donc fait que recoloniser leurs anciennes stations inter-glaciaires et tertiaires.

CONCLUSIONS

En terminant ce travail, il est indispensable de résumer, en les condensant, les résultats obtenus, en particulier les faits nouveaux, soit propres à notre région girondine, soit d'un intérêt plus général. Certaines hypothèses trouvent ici confirmation et d'autres prennent naissance dans quelques résultats originaux apportés par ce travail.

Nous exposerons successivement des conclusions paléo-climatologiques, floristiques et géologiques.

I. – PALEO-CLIMATOLOGIE

Par comparaison avec les diagrammes obtenus pour le Post-glaciaire dans l'ensemble de l'Europe, en particulier dans l'Europe de l'Ouest, le cadre général de la zonation peut être conservé ici. Cependant, il existe de nombreux caractères propres à la région étudiée, dont certains par recoupement avec les résultats obtenus dans les Basses-Pyrénées et les travaux en cours relativement à d'autres département du Sud-Ouest, appartiennent certainement aux caractères communs aux plaines de Sud-Ouest français.

La Zonation définie par GODWIN et adoptée d'une manière générale dans l'Europe de l'Ouest, a pu être utilisée ici. En Gironde se retrouvent les phases caractéristiques du Post-glaciaire :

VI – Phase Pré-boréale (1)
VII – Phase Boréale
VIII – Phase Atlantique
IX – Phase Subboréale
X – Phase Subatlantique.

Le début de la phase boréale se caractérise par un climat nettement plus continental que l'actuel en Gironde. Certains niveaux de base, caractérisés par le développement des conifères (Pin sylvestre et Sapin) peuvent peut-être se rapporter au Tardi-glaciaire final, plus sûrement au Pré-boréal.

1. Les phases I à V correspondent au Tardi-glaciaire.

Le développement très rapide des feuillus réduisant fortement la phase boréale du Noisetier, si caractéristique de l'Europe du Nord et du Nord-Ouest, cette essence ne joue pas ici le même rôle de grand facteur de zonation. Elle est trop vite freinée, comme nous l'avons vu, par l'arrivée des feuillus thermophiles dont elle redoute l'ombrage.

Les feuillus sont toujours présents, dès le début, dans nos diagrammes. Il n'existe pratiquement pas de phase sans la présence de quelques pourcentages de ces essences. Donc, nous n'avons pas en Gironde, au début du Post-glaciaire, de véritable phase à Pin seul.

Rappelons que les spectres polliniques des Basses-Pyrénées révèlent la présence de feuillus dès le Tardi-glaciaire. Ce fait constitue une différence importante avec les régions plus septentrionales et nous avons dit qu'il n'est pas impossible d'envisager l'hypothèse de l'existence de zones refuges très proches, pour les espèces atlantiques et subatlantiques en particulier, dans certaines régions favorables du Bassin Aquitain lui-même.

Le réchauffement post-glaciaire est très rapide ici, les conditions thermiques sont très favorables et les feuillus bien développés dès le milieu de la phase boréale.

Si l'on considère la position de la limite des phases boréale et atlantique (L.B.A.) par rapport au développement d'un des ensembles les plus caractéristiques, la Chênaie-mixte, cette limite se situe ici alors que les feuillus sont déjà bien développés. Dans beaucoup de nos diagrammes girondins, les feuillus sont très développés dès la deuxième moitié de la phase boréale et le plus souvent la limite Boréal-Atlantique se situe peu avant le maximum des Chênaies-mixtes. Parfois cette limite coïncide avec le maximum des Chênaies-mixtes.

Dans les conditions particulieres à notre région, cette limite Boréo-atlantique revêt un caractère qui pourrait sembler un peu artificiel. Il peut paraître difficile, en effet, de parler encore de phase boréale alors que les Thermophiles sont déjà largement développées (ce qui est le cas de la plupart de nos diagrammes). Cette zonation a cependant été conservée comme repère chronologique et pour permettre d'utiles comparaisons avec les diagrammes des autres régions.

Par suite, dans nos diagrammes, il devenait très délicat d'établir une zonation précise en se référant aux critères utilisés dans les autres plaines de l'Europe de l'Ouest et du Nord-Ouest. Il s'est révélé plus utile et plus juste de s'attacher ici au développement et au comportement des différents groupements végétaux en particulier le groupe des Méditerranéennes au sens large et des Atlantiques et Subatlantiques.

Comme nous l'avons vu, les Méditerranéennes, surtout les Méditerranéennes vraies à caractère xérophile, jouent un rôle important en tant que facteur de zonation dans la première moitié de nos diagrammes.

Ces types se répandent ici à la faveur d'une phase climatique chaude à caractère xérothermique, coïncidant avec la deuxième moitié et surtout la fin de la phase boréale. Cette variation climatique se retrouve dans tous les diagrammes girondins. Les résultats obtenus dans les Basses-Pyrénées et ceux de nos recherches relatives à d'autres régions du Sud-Ouest (encore inédites) permettent de penser que cette phase est très probablement générale pour l'ensemble du Sud-Ouest de la France.

L'hypothèse d'une phase xérothermique au cours du Post-glaciaire avait déjà été soulevée par le Professeur DUBOIS dès 1938. Le Professeur GAUSSEN utilise également cette idée pour expliquer la répartition actuelle des végétaux pyrénéens.

Récemment, en Normandie, M. ELHAI conclut à l'existence d'un climat xérothermique au Boréal d'après la présence de pollens de Quercus ilex dans des niveaux de la fin du Boréal.

Mais, ici, pour la première fois, la présence de nombreuses espèces méditerranéennes et méditerranéennes-atlantiques est mise en évidence à cette période. Il s'agit d'une période très caractéristique, constituant un fait original propre à notre région (du moins en l'état de nos connaissances au moment où ce texte est rédigé). Le développement des recherches dans le Bassin d'Aquitaine montrera sans doute que ces caractères sont communs à l'ensemble de cette région. Il serait intéressant, à ce point de vue, de savoir à la lumière d'études précises quel est le comportement des méditerranéennes au cours du Post-glaciaire dans les autres régions du Sud de la France.

Il faut également noter l'apparition précoce de ces essences. Les premiers pollens de ces types sont rencontrés, à l'état sporadique, dès le milieu de la phase boréale, parfois même au cours de la première moitié de cette phase.

L'existence de cette phase xérothermique est particulièrement précieuse comme repère de la fin du Boréal. Par suite, elle a permis de situer avec netteté, dans nos diagrammes, la limite des phases boréale et atlantique.

Le début de la phase atlantique a donc été placé dans nos diagrammes en coïncidence avec le début de la régression des méditerranéennes (surtout des méditerranéennes vraies) en faveur du groupe des atlantiques et subatlantiques. Ces dernières, déjà présentes depuis le début du Boréal, acquièrent leur développement maximum au cours de cette phase.

L'évolution de la flore témoigne d'une très nette variation climatique. On passe à des conditions thermiques tout aussi favorables qu'à la fin du Boréal, mais beaucoup plus humides, climat tout à fait propice au développement maximum des types de forêts atlantiques.

En ceci, cette phase rejoint les diagrammes des autres régions. Mais en Gironde, les spectres polliniques de l'Atlantique montrent quelques particularités en ce qui concerne la variété des faciès locaux rencontrés à cette période. Ce

point particulier sera évoqué avec plus de détails et mieux à sa place dans les conclusions plus particulièrement botaniques.

La limite des phases atlantique et subboréale est très délicate à repérer avec précision dans nos diagrammes girondins.

Dans l'ensemble de l'Europe de l'Ouest, cette limite coïncide avec la chute de l'Orme. Cette chute est datée en de nombreux points par le C.14 (Pays-Bas, Angleterre, Allemagne). Les dates oscillent entre 3030 plus ou moins 120 et 3010 plus ou moins 135 avant notre ère.

En Gironde, ce critère ne peut être retenu. L'Orme est toujours faiblement représenté dans les Chênaies-mixtes, et il est impossible de repérer un fléchissement majeur de la courbe de cette essence en un point précis des diagrammes.

Dans certaines régions où ce même critère est également difficilement utilisable, les auteurs se rapportent en général à la courbe du Hêtre qui se développe avec le début du Subboréal. Ici ce caractère n'est pas utilisable non plus, car il n'existe pas de phase de la Hêtraie en Gironde.

Nous avons vu qu'il était possible de repérer dans certains diagrammes une croissance de la courbe du Noisetier vers la fin de la phase atlantique. Ceci est à rapprocher des faits observés en Belgique à la même période (DRICOT 1960). Ici, cette variation semble en rapport avec une phase précoce de déboisement (croissance corrélative des Héliophiles et des Cryptogames vasculaires) qui n'est peut-être pas constante pour l'ensemble du Sud-Ouest de la France.

Dans de nombreuses régions de l'Ouest de l'Europe, différents auteurs se sont intéressés au comportement de l'*Hedera Helix*, le pollen de cette espèce marquant une chute nette au cours du Subboréal. D'après IVERSEN la chute d'*Hedera Helix* indiquerait un abaissement de la température d'hiver, en somme une augmentation de la continentalité. En Irlande, région très océanique, les températures d'hiver sont restées au-dessus de la valeur critique au-dessous de laquelle la floraison d'*Hedera Helix* est arrêtée (ZAGWIN 1960). Cette région présente des conditions climatiques assez voisines de celles de la Gironde. Cette dernière région est également très océanique mais plus méridionale, et on n'observe pas de chute marquée d'Hedera Helix dans nos diagrammes. Suivant d'autres auteurs (en particulier TROEL-SMITH) la chute d'Hedera à la limite atlantique-subboréale et au cours du Subboréal est due à l'action humaine. Les hommes auraient utilisé *Hedera Helix* (de même que Viscum album) comme fourrage.

Ce dernier fait met en lumière la difficulté dans beaucoup de régions de caractériser la phase subboréale du point de vue climatique. En effet, au cours de cette phase, l'action humaine intervient dans une large mesure. Il en est de même en Gironde et ici, en outre, les phases d'avancées des sables dunaires créant des conditions nouvelles de terrain, viennent modifier les flores de la zone littorale. Il est donc très difficile d'interpréter les variations observées dans les spectres polliniques de cette période. Cependant, il faut signaler dans

quelques diagrammes une légère recrudescence des éléments xérophiles. Il semble donc que l'évolution de ce groupe à cette phase indique une variation climatique légèrement plus sèche, caractérisant probablement la phase subboréale dans cette région.

Puis des conditions de plus en plus humides et légèrement moins favorables thermiquement s'établissent peu à peu, et on arrive aux conditions actuelles sans qu'il soit possible de délimiter avec netteté les phases subboréale et subatlantique.

Ces phases terminales, ici comme dans l'ensemble de l'Europe, sont fortement marquées par l'action humaine.

III. - EVOLUTION FLORISTIQUE

Les niveaux les plus anciens de nos diagrammes girondins révèlent une flore nettement plus froide que l'actuelle, caractérisée par le développement des forêts de Pin sylvestre et la présence de quelques pourcentages de Sapin. La présence de ces deux espèces est remarquable dans cette région d'où elles ont complètement disparu.

De nombreuses herbacées, survivantes des landes et des steppes du Glaciaire et du Tardi-glaciaire, sont encore présentes. Elles sont à l'origine du groupe des circum-boréales, arctiques, eurasiatiques et steppiques de notre flore actuelle.

Très vite, ces essences régressent ou disparaissent peu à peu complètement devant l'invasion des Thermophiles. Ceux-ci remontent vers le Nord à la faveur du réchauffement depuis leur zones de refuges wurmiennes.

Les feuillus arrivent très tôt en Gironde. Les essences pionnières sont surtout représentées par le Corylus. Le Bouleau est toujours très faiblement développé ici à cette phase.

Les peuplements de Noisetier sont très rapidement freinés par le développement des forêts de feuillus. La brièveté de la phase boréale du Corylus est une des caractéristiques de nos diagrammes girondins. Il n'y a donc pas ici de très grands développements des Coudraies à l'état pur.

Les différentes essences thermophiles, surtout atlantiques et subatlantiques, arrivent presque simultanément ce qui est encore un caractère différent de ceux des régions plus septentrionales. Ces types sont en effet ici très loin de la limite septentrionale de leur aire de répartition.

Les éléments de la chênaie-mixte sont présents très tôt et le chêne semble se développer le plus rapidement. A peu près en même temps, les zones humides sont colonisées par l'Aulne et le Saule. Ce dernier est présent dès le début dans certains diagrammes. Rapidement, l'ensemble classique de la Chênaie-mixte occupe de très vastes zones de territoires. Ces forêts sont bien développées jusque

dans la zone littorale actuelle en bordure de vastes marécages peuplés de très nombreuses hygrophiles avec localement Aulnaies et Saulaies. Le sous-bois de ces forêts denses comprend : *Evonymus Europaeus, Rhamnus Frangula, Hedera Helix,* etc.

En même temps, au cours de la phase boréale, des espèces méditerranéennes, ibéro-atlantiques et ibéro-aquitaines, sont déjà venues se mêler aux précédentes. On rencontre là les premiers éléments du groupe méditerranéen de notre flore actuelle. Ces éléments donnent donc très tôt un net caractère original à la flore. Parmi les Ericales, des méditerranéennes-atlantiques *Erica scoparia* et *Erica cinerea,* des Ibéro-atlantiques et Ibéro-aquitaines, *Erica Lusitanica, Erica vagans, Erica ciliaris* et *Erica Tetralix* ; *Quercus Toza* et *Quercus pubescens* (localement aux côtés de *Quercus pedunculata*) sont présents.

Des méditerranéennes vraies à caractère plus xérothermique et pour la plupart calcicoles, apparaissent peu à peu sporadiquement, puis de développent formant un groupe important aux côtés des précédentes. A la fin de la phase boréale, un climat chaud et sec favorise le développement de ce groupe qui occupait une aire de répartition plus vaste qu'actuellement. A ce point de vue *Quercus Ilex* devait former des boisements, parfois assez importants, dans l'ensemble de la région.

Avec l'optimum climatique plus humide de la phase atlantique, les Chênaies-mixtes et l'ensemble des essences atlantiques et subatlantiques atteignent leur maximum. Toutes les composantes essentielles de la flore actuelle sont en place.

Parmi les Thermophiles, il faut faire une place à part au Hêtre et au Pin maritime, deux éléments dont le comportement très différent caractérise l'évolution de notre flore régionale.

Le Hêtre est rencontré ici dès le début du Boréal et se maintient jusqu'à la fin de l'Atlantique, mais toujours irrégulièrement et avec de faibles pourcentages. Après l'Atlantique cette essence disparaît peu à peu. Il ne semble donc pas que le Hêtre ait jamais formé de véritables peuplements en Gironde.

Le Pin maritime apparaît très tôt vers le milieu de la phase boréale. Il semble donc véritablement autochtone en Gironde, où il se développe vers la fin de l'Atlantique pour se mêler aux Chênaies et former des peuplements mixtes.

Au cours de la deuxième moitié de la phase atlantique, l'humidité croissante entraîne le développement des Aulnaies qui peuvent dominer localement.

En outre, vers la fin de cette phase, les pionnières Corylus et Betula marquent une recrudescence à la faveur, soit d'une phase de déboisement, soit d'avancées des sables dans la zone côtière.

Il faut signaler ici la diversité des faciès floristiques au cours de la phase atlantique.

D'une manière générale, l'Orme et le Tilleul sont toujours faiblement représentés dans les Chênaies-mixtes dont l'élément prépondérant reste le Chêne.

Dans le Bas-Médoc, particulièrement dans la région de Dépet-Montalivet, et dans le Bordelais, les diagrammes révèlent un développement plus marqué du Tilleul. Si l'on tient compte que ce genre pollinise peu, cet arbre devait former d'importants peuplements dans les forêts de ces zones.

Après la phase atlantique, la composition des forêts se modifie peu à peu, l'Orme et le Tilleul diminuent puis disparaissent presque complètement. Au Chêne se mêle de plus en plus le Pin maritime ou l'Aulne, suivant les conditions locales. On arrive à des types de forêts mixtes où ces éléments sont représentés polliniquement en pourcentages à peu près égaux. Ces forêts constituent un type très stable qui se maintiendra parfois jusqu'à notre ère. Ailleurs, favorisé par les avancées des sables dunaires ou par le déboisement, le Pin maritime supplante les Chênaies pour former d'importants peuplements presque purs. Le sous-bois est devenu plus pauvre et comporte davantage de xérophiles : *Arbutus Unedo*. *Helianthemum* et de nombreuses Ericales.

Les phases terminales subboréale et subatlantique sont très fortement marquées par l'action humaine. Les types forestiers que nous venons de décrire s'accompagnent souvent de faciès de landes à Noisetier, Ericales et Fougères, caractéristiques du repeuplement des zones déboisées par brûlis. En outre, les Héliophiles se développent dans les diagrammes en même temps que les Céréales et les compagnes des cultures témoignant du développement du défrichement et des cultures.

Dans quelle mesure l'étude des diagrammes polliniques girondins éclaire-t-elle l'importante question des zones refuges des Thermophiles pendant les temps glaciaires ?

Nous avons vu que l'ordre d'apparition et le rythme de développement des différents groupes floristiques dans nos diagrammes permettent d'envisager certaines hypothèses.

Les essences atlantiques et subatlantiques apparaissent très tôt et se développent très rapidement. Il est donc permis de penser que leurs refuges devaient se trouver relativement très proches de la région étudiée. En outre, certains résultats relatifs aux flores du Quaternaire ancien de Dordogne apportent des confirmations intéressantes à cette hypothèse. La flore décrite par Mme VAN CAMPO dans un niveau moustérien (Roc de Marsal) et les résultats encore inédits des travaux en cours au Laboratoire de Préhistoire de Bordeaux, montrent l'existence au Quaternaire ancien de nombreux feuillus : Coudrier, Tilleul, Hêtre, Chêne, Orme... la présence de ces essences renforce l'hypothèse de l'existence de zones de refuges dans les vallées ensoleillées du pourtour du Massif Central. Il semble donc que ces essences se soient répandues à partir de refuges situés dans des zones privilégiées du Bassin Aquitain lui-même.

Certains genres étaient d'ailleurs déjà bien développés dès le Pliocène et n'ont fait que reconquérir d'anciennes zones de répartition. Ceci semble être par exemple le cas du Hêtre dans l'Ouest de la France. Cette espèce est présente

dans les argiles pliocènes de Gironde et de Charente (Le Gurp, Coulgens). Le Hêtre existe actuellement dans la forêt de Chizé et la forêt de Vouvan (Deux-Sèvres), également dans la forêt de Braconne (Charente). Ce fait est remarquable dans des forêts de plaines. Il semblerait donc logique de considérer le Hêtre comme une relique tertiaire conservée localement dans des zones refuges, pendant les temps glaciaires. Cependant, dans les diagrammes post-glaciaires girondins, le Hêtre n'apparaît que sporadiquement et disparaît après l'Atlantique ; il n'y a pas ici de phase de la Hêtraie et cette espèce n'y est plus spontanée. Il ne semble donc pas que la Gironde ait été une zone de refuge de cette essence.

En ce qui concerne le groupe des Ibéro-atlantiques et Ibéro-aquitaines, leurs refuges pouvaient se situer dans le Nord de l'Espagne et le versant espagnol des Pyrénées, à partir desquels ces essences se seraient répandues au Post-glaciaire par les cols pyrénéens.

Les Méditerranéennes arrivées peu à peu au cours de la deuxième moitié du Boréal ont pu se répandre à partir des plaines du Sud-Est par le seuil de Naurouze et par les vallées secondaires de l'Aude et du Roussillon.

Mais nous avons vu que la présence de certains de ces types est démontrée dans la région de Biarritz à l'inter-glaciaire Mindel-Riss. Il n'est donc pas impossible de songer pour ces groupes à des refuges dans le Bassin Aquitain, ce qui rendrait compte de leur arrivée précoce. Mais il reste à démontrer que ces éléments signalés au Mindel-Riss n'ont pas disparu par la suite. Pour cela l'étude des flores du Riss-Wurm se révèlera du plus haut intérêt.

III. – QUELQUES FAITS GEOLOGIQUES

Variations du niveau marin

D'après les travaux récents poursuivis dans différentes parties du monde, on peut admettre que le niveau marin se trouvait à - 65 m au début de l'Holocène à une date de - 10.300 environ. De nombreuses études suggèrent une stabilisation ou même un abaissement du niveau marin vers - 8.500. Ce phénomène proviendrait de la réduction des glaces dans le monde (Jelgersma 1961) [120].

A partir de ce moment, les opinions sont assez différentes surtout pour la période des 5.000 dernières années.

Quelques auteurs sont en faveur d'une élévation régulière du niveau marin jusqu'à l'époque actuelle (MIKKELSEN, BENNEMA, KOSTER, SHEPARD, etc.). D'autres cependant considèrent que le niveau actuel a été atteint environ depuis - 5.000 (GODWIN, FISK...). FAIRBRIDGE accepte des variations majeures qui ne sont pas en concordance avec de nombreuses études basées sur des datations au C.14.

Quelques auteurs pensent que le niveau marin se trouvait de plusieurs mètres au-dessus du niveau actuel à la fin de la phase atlantique (DALY , KUENEN, FAIRBRIDGE), ce dernier fait semble discuté par d'autres auteurs.

Les analyses polliniques prouvent de manière évidente que la phase atlantique ou "Hypsithermale" était plus chaude que la phase suivante subboréale. Pour cette raison, certains auteurs sont en faveur d'un niveau marin élevé pendant l'Atlantique et d'un abaissement du niveau marin pendant le Subboréal plus frais.

L'élévation du niveau des Océans causée par la fonte des glaces peut avoir été en progression pendant cette période. Le Subboréal plus frais n'a pas nécessairement causé un abaissement de niveau, car l'équilibre entre le climat et les calottes glaciaires n'était probablement pas encore atteint. Même durant une légère détérioration du climat, la fonte des glaces peut avoir continué, amenant une lente élévation du niveau marin.

En ce qui concerne notre région, les conditions climatiques du Subboréal sont difficiles à définir ; il semble légèrement plus sec que la phase atlantique d'après certains diagrammes, ce qui ne s'opposerait pas aux faits précédents.

Après le Subboréal-Subatlantique, il est possible qu'une oscillation positive du niveau marin se soit produite.

Sur les côtes girondines, les niveaux tourbeux anciens pré-boréaux et boréaux sont tous situés au-dessous des hautes mers actuelles, dans la zone de balancement des marées.

Les niveaux du début de l'Atlantique ou boréo-atlantiques sont au niveau des hautes mers actuelles. Ils correspondent à des tourbes de roseaux formées dans des marécages à l'abri d'un système d'importants cordons littoraux.

Le niveau auquel une tourbe s'est formée est relié de façon complexe au niveau marin. Cette relation dépend beaucoup des conditions locales, de la distance du littoral à ce moment-là, de l'amplitude des marées, de la perméabilité du sous-sol (BENNEMA 1945, PONS 1958, JOUNG et VAN RUMMELEN 1960). Ces dernières années des travaux ont montré, outre ce qui a été dit, que le niveau de la nappe aquifère peut être supérieur de plusieurs mètres à celui des hautes mers. Cela peut être le cas des régions où le sous-sol est pratiquement horizontal et la formation des tourbes favorisée par le manque de drainage et la présence d'importants apports d'eau provenant de l'intérieur ou la présence de couches imperméables dans le sous-sol. Dans notre région girondine, nous sommes sur un sous-sol plat à soubassements imperméables (argiles des alluvions anciennes) avec un sol sableux très perméable. La région est mal drainée avec apport de nombreux petits cours d'eau sous un climat humide. Il est donc très possible que les tourbes de marécages formées dans la région côtière actuelle au début de l'Atlantique se soient édifiées à un niveau supérieur au niveau des hautes mers de cette période.

Les travaux de FAIRBRIDGE montrent d'une manière générale qu'une correction de l'ordre de 3 à 4 m doit être apportée au niveau des tourbes littorales, ce qui permettrait d'envisager que le niveau des hautes mers au début de l'Atlantique était au moins de 3 à 4 m inférieur au niveau actuel.

Dans la région du Bassin d'Arcachon, M. PRENANT arrive à une conclusion similaire (PRENANT et PAQUEREAU 1961) ; il écrit : "entre le deuxième niveau de tourbe de type correspondant au début de l'Atlantique et les suivants, s'interpose stratigraphiquement le troisième niveau localement palustre, séparé par des intermèdes dunaires. Il peut être en rapport avec un relèvement relatif de 4 à 5 m du niveau marin sans déplacement horizontal de la ligne de rivage. Au terme de cette première phase, le niveau marin devait rester cependant inférieur de 3 à 4 m au niveau actuel."

A la fin de l'Atlantique, le niveau actuel semble être atteint. La phase subboréale est en relation avec un type d'édification dunaire semblable à l'actuel. La présence d'Halophiles plus nombreuses dans les diagrammes peut être en faveur de l'établissement d'une topographie dunaire favorisant les apports éoliens ou en relation avec une première phase de recul du littoral.

La topographie du littoral semble être restée assez stable du Subboréal aux premiers siècles de notre ère comme le prouvent les niveaux dits "à débris de cuisine".

Les phases dunaires sur la côte de Gironde

Au cours du Flandrien, nous avons pu décrire et dater à l'aide des analyses palynologiques plusieurs phases d'ensablement sur le littoral girondin.

Sur la côte du Bas-Médoc, de la Pointe de Grave à Hourtin-Plage, on distingue, à la base de la falaise dunaire, des niveaux argileux appartenant aux alluvions du Quaternaire ancien, affleurant au niveau des basses mers et portant des sables aliotisés surmontés par des niveaux humifères et des tourbes de marécages. Ces niveaux tourbeux sont datés palynologiquement de la fin du Boréal et du début de l'Atlantique. Ils correspondent aux niveaux trouvés en Vendée à Fromentine par MM. VERGER et FLORSCHULTZ et datés par le C.14 de 5.230 ± 100 avant J.C. Ils correspondent aux niveaux boréo-atlantiques rencontrés d'une manière générale à la base de nombreuses formations de l'Europe de l'Ouest.

Ces tourbes de base sont recouvertes par la masse des sables dunaires anciens mis en place au cours de la phase atlantique. Pendant cette phase, plusieurs vagues successives sont discernables et soulignées chacune par les niveaux d'anciens sols correspondant à la fixation des sables par la végétation.

Au moins trois phases d'ensablement principales se rencontrent d'une manière absolument générale dans ce secteur.

La première fossilise les niveaux du début de l'Atlantique, la seconde se situe vers le milieu de cette phase, la troisième à la fin de l'Atlantique ou au début du Subboréal.

Cette dernière phase de sables anciens porte des sols précédant directement les premières avancées des sables modernes. Ces sols sont en relation avec des stations et des ateliers néolithiques bien connus au Gurp, à la Pinasse et à Dépet. Mais sur les mêmes sols, on rencontre également en mélange des vestiges des âges des métaux et des premiers siècles de notre ère. Le contenu pollinique de ces sols, fortement marqué par l'action humaine, les situe au sommet de nos diagrammes. Ces niveaux semblent donc représenter un stade de stabilité et de longue occupation humaine commençant plus ou moins tôt au cours de la phase subboréale, suivant les points, et se poursuivant au cours de la phase subatlantique jusqu'aux premiers siècles de notre ère.

En Haut-Médoc, les faits généraux sont bien illustrés par la coupe de la grande dune du Pyla. L'étude de cette zone du Bassin d'Arcachon a été effectuée en collaboration avec M. André PRENANT qui poursuit d'importantes recherches de sédimentologie. Sur cette portion du littoral, du Sud de Carcans au Pyla, on observe, à la base, des graviers et des cailloutis portant, au voisinage du zéro marin des niveaux d'alios et de tourbes datés palynologiquement d'une phase très ancienne du Post-glaciaire ou peut-être du Tardi-glaciaire. Ces niveaux sont séparés par une phase d'ensablement, très ancienne et de faible ampleur, d'un niveau tourbeux se situant vers le milieu du Boréal ou vers la fin de cette phase (compte tenu d'un faciès propre au Haut-Médoc). Au-dessus, comme plus au nord, on distingue de multiples phases d'ensablement au cours de la phase atlantique et jusqu'au début du Subboréal. Un dernier ancien sol porte les premières phases des sables modernes. Ce niveau très mince semble, par sa flore, contemporain des niveaux supérieurs du Bas-Médoc et présente les mêmes caractères. A sa surface, on rencontre en abondance des débris de coquilles en mélange avec des fragments de silex de morphologie peu caractérisée, de nombreux tessons de poterie des âges des métaux et même de la période historique.

En résumé, les analyses palynologiques ont permis de dater sur le littoral girondin une première phase d'ensablement de faible ampleur au début du Boréal ou au Pré-boréal, puis trois phases d'ensablement successives du Boréo-atlantique au Subboréal.

Ces phases d'accumulation des sables anciens doivent également repérer des phases d'arrêt ou de régression du Flandrien.

Il semble bien que dans notre région on puisse paralléliser la transgression finale du Flandrien ou Dunkerquienne du Haut-Moyen Age avec la phase finale du remblaiement des grands marais maritimes et de même une régression de la fin du Moyen-Age pourrait coïncider avec l'accumulation des sables modernes.

Au cours du Quaternaire récent, la présence de vastes forêts dans la zone littorale actuelle permet de conclure à une ligne de rivage plus éloignée à l'Ouest que l'actuelle. Le recul du littoral semble n'avoir commencé de façon marquée qu'à une époque relativement récente.

BIBLIOGRAPHIE

1 - AHLMANN H.W. (1948) - The present climatic fluctuation.
Geogr. Jour., t. 112, p. 165.

2 - AYTUG B. (1960) - Quelques mensurations des pollens de Pinus silvestris.
Pollen et spores, vol. II, N° 2, p. 305.

3 - AYTUG B. (1962) - Diagnose des pollens de Pinus silvestris et Pinus uncinata des Pyrénées.
Pollen et spores, vol. IV, N° 2, p. 283.

4 - BARRERE P. et PAQUEREAU M.M. (1960) - Les tourbières bombées de la vallée de l'Estarres et leurs enseignements morphologiques.
Rev. Géogr. des Pyr. et du Sud-Ouest, t. XXXI, fasc. II, p. 165.

5 - BECKER J. (1952) - Etude palynologique des tourbes flandriennes des Alpes françaises.
Mémoires du Serv. Carte Géol. d'Alsace et de Lorraine, N° 11.

6 - BENNEMA J. (1954) - Holocene movements of land and sea-level in the coastal area of the Netherlands.
Geol. en Mijnb., N° 16, p. 254.

7 - BLANC A.C. (1937) - Low levels of the Mediterranean sea during the Pleistocene glaciation.
Quat. Jour. Geol. Soc. London, vol. XCIII, p. 621.

8 - BLAYAC J. (1913-1914) - Contribution à l'étude du Quaternaire des Landes et de la Gironde.
Bull. Carte Géol. Fr., t. 23, p. 136.

9 - BLAYAC J. (1916) - Le sable des Landes.
C.R.S. Soc. Geol. Fr., N° 10, p. 85.

10 - BONNIER J. et DOUIN R. (1929) - Flore complète illustrée de la France, Suisse et Belgique.
Orlhac, Paris.

11 - BONIFAY E. et MARS P. (1959) - Le Tyrrhénien dans le cadre de la chronologie quaternaire méditerranéenne.
Bull. Soc. Geol. Fr. Série 7, vol. I, p. 62.

12 - BOURDIER F. (1943) - Note relative au Quaternaire du Sud-Ouest de la France.
Bull. Soc. Préhist. Fr., t. XL, Nos 1-2-3, p. 64.

13 - BOURDIER F. et SITTLER J. (1956) - Observations nouvelles relatives aux flores polliniques pliocènes et quaternaires du bassin du Rhône.
Bull. Serv. Carte Géol. Alsace et Lorraine, t. 9, Fasc. 1, p. 3.

14 - BOUT P. (1952) - Le climat du Velay au Quaternaire et au Post-glaciaire.
C.R.S. Soc. Biogéographie, p. 17.

15 - BRAUN-BLANQUET J. (1932) - Les survivants des périodes glaciaires dans la végétation méditerranéenne du Bas-Languedoc, leur valeur indicatrice et leur signification pratique.
Mitt. int. Stat. Veget. Kunde, Montpellier, vol. XVI, p. 1.

16 - BRIQUET A. (1936) - Chronologie du Quaternaire de l'Europe occidentale.
Bull. Soc. Geol. Fr., t. VI, p. 403.

17 - BUFFAULT P. (1908) - Le littoral de Gascogne.

18 - BUFFAULT P. (1930) - Modifications actuelles et anciennes du littoral de Gascogne.
Rev. Géogr. Comm. Bx, p. 1.

19 - BUFFAULT P. (1942) - Histoire des dunes de Gascogne.
1 vol., Delmas, Bordeaux.

20 - CAILLEUX A. (1952) - Récentes variations du niveau des mers et des terres.
Bull. Soc. Geol. Fr., Ser. 6, vol. 2, p. 135.

21 - CAMUS A. (1936-1939) - Les Chênes. Monographie du genre Quercus.
t. I et II, Encyclopédie économique de Sylviculture, 6, 7, Lechevallier, Paris.

22 - CAYEUX (1916) - Caractères morphologiques et minéralogiques des sables des dunes de Gascogne.
C.R.S. Soc. Geol. Fr.

23 - CERCEAU M.-T. (1959) - Clé de détermination d'Ombellifères de France et d'Afrique du Nord d'après leurs grains de pollen.
Pollen et spores, vol. II, N° 2, p. 145.

24 - CHANCEREL L. (1920) - Flore forestière du globe.
Gauthier-Villars, Paris.

25 - CHEVALIER A. (1923) - Les espèces atlantiques de la flore française et la genèse des peuplements végétaux de l'Ouest et du Sud-Ouest de la France.
A.F.A.S. Congrès de Bordeaux.

26 - CHOUARD P. (1931) - Documents cartographiques sur les tourbières actuelles et préhistoriques de France.
C.R. Congrès int. Géogr., Paris, t. 2.

27 - CHOUARD P. (1931) - Carte générale des tourbières et des principaux gisements de tourbe de France, 1/600.000.
Congrès inter. Géogr. Paris.

8 - DAGUIN F. (1948) - L'Aquitaine occidentale. - Paris.

9 - DALEAU F. (1879) - Les stations préhistoriques des étangs de Hourtin et de Lacanau (Gironde).
A.F.A.S., p. 807.

0 - DALY R.A. (1934) - The changing world of the Ice Age.
Yale Univ. Press, New Haven, 271 p.

1 - DANGEARD L. (1921) - Documents de géologie sous-marine. Golfe de Gascogne : Tertiaire et Quaternaire.
Bull. Soc. Geol. Min. de Bretagne, p. 258.

2 - DEEVY E.S. et FLINT R.F. (1957) - Post-glacial Hypsithermal intervalle.
Science, vol. 125, p. 182.

3 - DEGRANGE-TOUZIN (1905) - L'argile de Soulac, du Gurp et de Montalivet.
P.V. Soc. Linn. Bx, t. LX, p. 92.

4 - DELCOURT A.W., MULLENDERS W. et PIERART P. (1959) - La préparation des spores et des grains de pollen actuels et fossiles.
Bull. Naturalistes belges, t. 40, p. 90.

5 - DEPAPE G., FLORSCHUTZ F. et GUILLIEN Y. (1954) - La flore des argiles de Coulgens (Charente).
Bull. Soc. Geol. Fr., série 6, t. IV, p. 193.

6 - DEPERET Ch. (1918) - Essai de coordination chronologique générale des temps quaternaires.
C.R.Ac. SC., t. 167.

7 - DONNER J. (1957) - The geology and vegetation of the late-glacial retreat stages in scotland.
Philosophical Transactions of the Royal Society of Edinburgh, t. 63, p. 221.

8 - DONNER J. (1959) - The late and post-glacial raised beaches in Scotland.
Ann. Acad. Scient. Fenn., ser. A, III, p. 53.

9 - DONNER J. (1962) - On the post-glacial history of the Grampian Highlands of Scotland.
Soc. Scient. Fenn., XXIV, p. 5.

0 - DONNER J. (1963) - The Zoning of the Post-glacial pollen diagrams in Finland and the main changes in the Forest composition.
Acta Botanica Fennica, 65, p. 3.

1 - DRICOT E. (1960) - Recherches palynologiques sur le plateau des Hautes Fagnes (Belgique).
Bull. Soc. R. Bot. Belgique, t. 92.

2 - DUBOIS G. (1924) - Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France.
Thèse Lille, 357 p., 41 fig., 6 pl.

43 - DUBOIS G. (1925) - Sur la nature des oscillations de type atlantique des lignes de rivages quaternaires.
Bull. Soc. Geol. Fr., t. XXV, p. 857.

44 - DUBOIS G. (1931) - Essai statistique sur les états glaciaires quaternaires et les états correspondants du niveau marin.
Ann. Géogr., N° 228, p. 655.

45 - DUBOIS G. (1932) - Les modifications post-glaciaires de la silve européenne, d'après les résultats des analyses polliniques des tourbes.
Ann. Geogr., N° 232, p. 339-350, 2 fig.

46 - DUBOIS G. (1936) - L'étude pollenanalytique des tourbières flandriennes françaises de l'Alsace à la Bretagne.
Verhandl. III° intern. Quartär-Konferenz, Wien, p. 230-231.

47 - DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS (1938) - Premiers examens polliniques de tourbes littorales du Sud-Ouest de la France.
C.R.S. Soc. Geol. Fr., p. 317-319.

48 - DUBOIS G. (1939) - L'analyse pollinique et son application à l'étude du peuplement forestier des montagnes de l'Europe occidentale.
Rev. Geogr. Alpine, t. XXVII, Fasc. 3, p. 591-624, 2 fig.

49 - DUBOIS G., Mme C. DUBOIS et L. GLANGEAUD (1941) - Sur le mode de formation et la composition pollinique du lignite d'Hostens (Gironde).
P.V. Soc. Linn. Bx, p. 1-4, 1 fig.

50 - DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS (1945) - Indications pollenanalytiques des oscillations climatiques chaudes du Flandrien français.
C.R. Soc. Biogéogr., N° 191, p. 41-45.

51 - DUBOIS G. (1945) - Les analyses polliniques et la Phytogéographie en France.
Ass. Fr. Avanc. Sc., t. 3, p. 606-622, 1 fig.

52 - DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS (1946) - L'analyse pollinique de la tourbière de Pinet à Roquefeuil (Aude).
C.R.Ac. Sc., t. 222, p. 455-456, 1 fig.

53 - DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS (1946) - Zonation paléosylvatique comparée du Sud-Est de la Grande-Bretagne et du Nord-Est de la France.
Ann. Soc. Geol. Nord, t. 66, p. 313-320.

54 - DUBOIS G. (1947) - L'analyse pollinique et l'histoire des forêts françaises depuis dix mille ans.
Bull. Soc. Forest. Franche-Comté et Prov. Est, t. 26, N° 3, p. 100-115, 9 fig.

55 - DUBOIS G. (1949) - Géologie de la tourbe et des tourbières. Bibliographie de la tourbe. Les tourbières françaises, 1ère partie.
Mém. Min. Ind. Comm., Dir. Mines, p. 59-120 et 183-225, 17 fig.

56 - DUBOIS G. et Mme C. DUBOIS (1951) - L'évolution forestière flandrienne dans la région charentaise. Sédimentation et Quaternaire.
Bordeaux, Led-Sam, p. 221-224, 2 fig.

57 - DUBOIS E. (1905) - L'âge des différentes assises englobées dans la série du "Forest-bed" ou Cromérien.
Bull. Soc. Belge. Géol. Pal. Hydr., t. 19, p. 263.

58 - DUIGAN S. (1963) - Pollen analysis of the Cromer Forest-Bed Series in East Anglia.
Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Serie B, N° 279, vol. 246, p. 149-202.

59 - DULIGNON-DESGRANGES (1884) - L'âge des silex du littoral de l'Océan Atlantique.
Soc. d'Anthrop. de Bx et du Sud-Ouest, t. I.

60 - DULIGNON-DESGRANGES (1877) - Stations préhistoriques du Bas-Médoc.
Soc. Archéol. Bx.

61 - DUPLAIX S. (1956) - Etude pétrographique des formations meubles de la Gascogne, du Pays Basque et de leur littoral.
Mem. Soc. Geol. Fr. N° 77, 108 p.

62 - DUREGNE E. (1901) - Carte des dunes de la Gironde.
P.V. Soc. Linn. Bx, t. LVI, p. 47.

63 - DUREGNE E. (1902) - Contribution à l'étude des dunes. Dunes anciennes de Gascogne.
Ibed, t. LVII.

64 - DUTRAIT M. (1898) - Etudes sur la topographie ancienne et moderne du Bas-Médoc et de l'embouchure de la Gironde.
Ann. Geogr. Avril 1895, Janvier-Février 1898.

65 - DUVIGNEAUD H. (1949) - Classification des tourbières de l'Europe.
Bull. Soc. R. Bot. Belgique, t. 81, p. 58-129.

66 - ELHAI H. (1959) - Analyse pollinique de deux tourbières normandes.
Pollen et spores, vol I, p. 59-76.

67 - ELHAI H. (1959) - Morphologie littorale ; un hâvre de l'Ouest du Cotentin.
Bull. Ass. Geogr. Fr., p. 16.

68 - ENJALBERT H. (1960) - Les pays aquitains, t. I : le modelé et les sols.
Bière, Bordeaux, 618 p.; 103 fig., 47 pl.

69 - ERDTMAN G. (1927) - Vestiges de l'histoire quaternaire récente des forêts belges.
Acad. R. Belgique, Bull. Cl. Sciences, 5me série XIII, p. 656-660.

70 - ERDTMAN G. (1928) - Studies in the Post-arctic history of the forests of north-western Europe. I : Investigations in the British Isles.
Geol. Fören. Stockh., Förh., t. 50, p. 123.

71 - ERDTMAN G. (1928) - Etudes sur l'histoire post-arctique des forêts de l'Europe du Nord-Ouest. III : Recherches dans la Belgique et le Nord de la France.
Gest. För. Föhr. Stockh., t. 50.

72 - ERDTMAN G. (1952) - Pollen morphology and Plant Taxonomy, Angiospermes. Almqvist and Wiksell, Stockholm, 539 p., 261 fig.

73 - ERDTMAN G. (1957) - Pollen and Spore morphology, Plant taxonomy. Gymnospermes, Pteridophytes, Bryophytes. Ibid, 151 p., 265 fig.

74 - ERDTMAN G. (1959) - Six notes on pollen morphology and pollenmorphological Techniques. Botaniska Notisr, vol. 112, fasc. 2.

75 - FABRE A. (1939) - Les terrains de revêtement du Médoc. Drouillard, Bordeaux, 1 vol., 334 p. 54 fig., 21 pl.

76 - FAEGRI K. (1949) - Studies on the Pleistocene of western Norway. Univ. Bergen. Arbok., Natur. Rekke, N° 1, 53 p., 4 fig.

77 - FAEGRI K. et IVERSEN J. (1951) - Texte-book of modern Pollen Analysis. Copenhague, 168 p.

78 - FAEGRI K. (1954) - On age and origin of the beech forest (Fagus silvatica) at Lygrefjorden, near Bergen (Norway).

79 - FAIRBRIDGE R.W. (1958) - Dating the latest movements of the quaternary sea leval. Trans. New-York. Ac. Sc., serie II, vol. 20, N° 6, p. 471.

80 - FAIRBRIDGE R.W. (1961) - Eustatic changes in sea leval. Phys. and Chim. Earth, vol. 4. p. 99.

81 - FERRIER J. (1938) - La préhistoire en Gironde. Monnoyer, Le Mans, 1 vol., 336 p., 31 fig., 85 pl.

82 - FIRTION F. (1950) - Contribution à l'étude paléontologique, stratigraphique et physico-chimique des tourbières du Jura français. Mem. Serv. Carte Geol. Alsace et Lorraine, t. 10.

83 - FISK H.N. (1951) - Loess and quaternary geology of the lower Mississippi valley. Jour. Geol., vol. 59, p. 333-356.

84 - FISK H.N. and MAC FARLAN E. (1955) - Late quaternary deposits of the Mississippi river. Geol. Soc. Am. Special. paper, t. 62, p. 279-302.

85 - FLORSCHUTZ F. et VAN SOMEREN A.M.H. (1950) - The palaeobotanical boundary Pliocène-Pleistocène in the Netherlands. Intern. Geol. Congr., t. IX, p. 40-46, 7 fig.

86 - FLORSCHUTZ F. (1954) - Le changement dans l'aspect des forêts à la transition du Pliocène au Pleistocène en France méridionale comparé avec celui constaté en Toscane et en Hollande. VIIIe Congr. Intern. Bot., p. 249-252.

37 - FLORSCHUTZ F. (1954) - Palaeobotanical evidence for quaternary land and sea level changes in the Netherlands.
Geol. en Mijnb. N.S., t. 16, p. 223-225.

38 - FLORSCHUTZ F. (1954) - Un diagramme pollinique d'une argile de Coulgens (Charente).
Bull. Soc. Geol. Fr., t. 4, p. 198-201.

39 - FLORSCHUTZ F. (1957) - The subdivisions of the Middle and young Pleistocène up to the late-glacial in the Netherlands, England and Germany, mainly based on the results of Paleobotanical investigations.
Geol. en Mijnb, t. 19, p. 245-249.

00 - FOURNIER P. (1946) - Les quatre flores de la France.
Lechevalier, Paris.

01 - GASSIES J.B. (1875) - Découverte au Gurp d'une mâchoire fossile d'éléphant.
P.V. Soc. Linn. Bx, t. XXX, p. 84.

02 - GAUSSEN H. (1929) - Les analyses polliniques de tourbières et la tourbière de Pinet.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 58.

03 - GAUSSEN H. (1933) - Géographie des plantes.
Collection Armand Colin, N° 152.

04 - GAUSSEN H. (1933) - L'histoire post-glaciaire de la végétation dans le Sud-Ouest de l'Europe.
Rev. Gen. Sc. Purs et appliquées, t. 44, p. 307-312.

05 - GEER H.E. de (1954) - Skandinaviens geokronologie.
Geol. Fören. Stockh. Förh. vol. 76.

06 - GIGNOUX M. (1936) - Géologie stratigraphique.
Masson, Paris.

07 - GLANGEAUD L. (1935) - Sur les dépôts marins du Flandrien dans l'estuaire de la Gironde.
P.V. Soc. Linn. Bx, t. 87.

08 - GLANGEAUD L. (1936) - Extension et caractères pétrographiques du Flandrien marin dans l'estuaire de la Gironde.
C.R.S. Soc. Geol. Fr., Fasc. 4.

09 - GODWIN H. (1945) - Coastal peat-beds of the North sea region as indices of land and sea-level changes.
New Phytologist, vol. 44, N° 1, p. 29-69, 4 tabl., 23 fig.

10 - GODWIN H. (1954) - Quaternary vegetational history of the British Isles.
VIIIe Congr. Intern. Bot., Paris.

11 - GODWIN H. (1955) - Vegetational history at Cwm Idwal : A Welsh Plant Refuge.
Swensk Bot. Tidsk., t. 49, p. 35.

102 - GODWIN H. (1956) - The history of the Birtish Flora.
Cambridge, 384 p.

103 - GODWIN H., WALKER D. and WILLIS E.H. (1957) - Radiocarbon dating and Post-glacial vegetational history : Scaleby Moss.
Proc. R. Soc. London, B 147, p. 352.

104 - GODWIN H. and WILLIS E.H. (1959) - Radiocarbon dating of the late-glacial period in Britain.
Proc. R. Soc., B. 150, p. 199.

105 - GODWIN H. and WILLIS E.H. (1962) - Cambridge University Natural Radiocarbon measurents V.
Radiocarbon, t. 4, p. 57.

106 - GUILLIEN Y. (1955) - La couverture végétale de l'Europe au Pléistocène.
Ann. Geogr. Paris, N° 334, p. 241.

107 - HATT J.P. (1937) - Contribution à l'analyse pollinique des tourbières du Nord-Est de la France.
Bull. Serv. Carte Geol. Alsace et Lorraine, t. 4, p. 1-79, 68 fig.

108 - HAUTREUX A. (1896) - Les cartes de Masse, 1707-1721.
Bull. Soc. Geogr. Comm. Bx.

109 - HEGI G. (1957) - Illustrierte Flora von Mitteleuropa.
Band 3, Teil 1-2.

110 - HEIM J. (1960) - Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes belges.
Thèse Inst. Agr. Louvain.

111 - HELBACK H. (1954) - Prehistoric food plants and weeds in Danemark.
Danemarks. Geol. Unders., II Raekke, N° 80, p. 250-261.

112 - HEYDACKER F. (1963) - Les types polliniques dans la famille des Cistaceae.
Pollen et spores, vol. V, N° 1.

113 - HYDE H.A. (1945) - Pollen of lime (Tilia ssp.).
Nature, t. 155, p. 457.

114 - IVERSEN J. (1944) - Viscum, Hedera and Ilex as climate indicators.
Geol. Fören. Förh., Bd. 66, H. 3.

115 - IVERSEN J. (1949) - The influence of prehistoric man on vegetation.
Dan. Geol. Unders., IV Raekke, N° 6, p. 1-25.

116 - IVERSEN J. (1954) - The late-glacial flora of Danmark and it relation to climate and soil.
Danm. Geol. Unders, II Raekke, N° 80, p. 87-119.

117 - IVERSEN J. (1960) - Problems of the Early Post-Glacial Forest development in Danmark.
Danm. Geol. Unders, IV, t. 4, 3, p. 1-32.

18 – JANSSEN C.R. (1960) – On the late-glacial vegetation of South Limbourg. Amsterdam 112 p.

19 – JEAN-JEAN A.F. (1961) – Catalogue des plantes vasculaires de la Gironde. Actes Soc. Linn. Bx, t. 99, 332 p., 1 carte.

20 – JELGERSMA S. (1961) – Holocène sea level changes in the Netherlands. Maestricht, 101 p.

21 – JESSEN K. (1949) – Studies in late Quaternary deposits and Flora History of Ireland.
Proc. R. Irish Acad., 52 B (54), p. 85.

22 – JOVET P. (1946) – Biogéographie.
in E. de MARTONE : Geographie, manuel de la recherche documentaire en France, t. 2, p. 30-46.

23 – JOVET P. (1949) – Le Valois. Phytosociologie et phytogéographie. Sedes, ed. Paris, 389 p.

24 – KOSTER R. (1960) – Sur Frage der gegenwärtigen Senkung der Schlewig-Holsteinischen Ostseeküste.
Die Küste, Jg. 8, p. 131-157.

25 – LALANNE G. (1906) – Contribution à l'étude des populations néolithiques du Bas-Médoc.
C.R. XIIIe Congr. Intern. d'Anthropologie et d'Archéologie-préhistorique, Monaco.

26 – LALANNE G. (1910) – Constitution géologique du littoral océanique du Bas-Médoc dans ses rapports avec la présence de l'Homme préhistorique. Bull. Soc. Géogr. Bx.

27 – LALANNE G. (1912) – Les stations aziliennes du littoral océanique du Médoc (Gironde).
C.R. Congr. d'Anthropol. et d'Archéol. Préhist., Genève.

28 – LAPPARENT J. de (1923) – Leçons de Pétrographie.
Ed. Masson, Paris.

29 – LATERRADE J.F. (1846) – Flore bordelaise et de la Gironde.
Lafargue, Bx.

30 – LEMEE G. (1939) – Recherches sur l'histoire forestière post-glaciaire de la basse Normandie et du Perche.
Bull. Soc. Linn. de Normandie, t. 1, p. 97-145.

31 – LEMEE G. (1948) – La méthode de l'analyse pollinique et ses apports à la connaissance des temps quaternaires.
Ann. Biol. Paris, t. 24, p. 49-75.

32 – LEMEE G. (1949) – Age du Bronze et forêt sur le Plateau du Limousin.
B. Soc. Préhist. Fr., t. 46, p. 68-71.

133 - LEMEE G. (1952) - L'étude de la Flore.
in "La découverte du passé. Progrès récents et techniques nouvelles en Préhistoire et en Archéologie" par A. LAMING.
A. et J. Picard et Cie, Paris, p. 151-173.

134 - LEMEE G. (1955) - L'évolution de la flore française au cours du Quaternaire d'après les analyses polliniques.
Rev. Forestière française, N° 6, p. 442-460.

135 - LINDER O. (1866) - Etude sur les terrains de transport du département de la Gironde.
Actes Soc. Linn. Bx, t. 26, p. 385.

136 - LINDER O. (1869) - Observations sur les dépôts tertiaires du Médoc et du Blayais.
P.V. Soc. Linn. Bx, t. 27, p. 16.

137 - LLOYD G. et FOUCAUD J. (1886) - Flore de l'Ouest de la France.
E. Martin, Rochefort, 454 p.

138 - LONA F. (1954) - Quaternary floristic modifications in Italy, following pollen analysis.
VIIIe Congr. Intern. Bot. Paris, section 6, p. 261-262

138bis - MALVESIN-FABRE G. et PAQUEREAU M.M. (1953) - Sur la différenciation des pollens de quelques espèces de Chênes.
Congrès Préhistorique de France, XIVme session, Strasbourg-Metz, 1953, p. 417-425, 2 pl.

139 - MALVESIN-FABRE G. et PAQUEREAU M.M. (1956) - La détermination spécifique des pollens de Bruyères en Palynologie.
Congr. Préhist. Fr.

140 - MIKKELSEN V.M. (1949) - The development of the Post-glacial vegetation and a contribution to the history of the Baltic Sea.
Dansk. Bot. Arkiv., vol. 13, p. 7-171.

141 - MITCHELL G.F. (1951) - Studies in Irish quaternary deposits, N° 7.
Proc. R. Irish Acad., t. 53 (B), III.

142 - MITCHELL G.F. (1956) - Post-boreal pollen diagrams from Irish raised bogs.
Proc. R. Irish. Acad., t. 57 (B), p. 14.

143 - MOVIUS H.J. Junr. (1953) - Graphic representation of post-glacial changes of level in north-east Ireland.
Am. Jour. Ac., t. 251, p. 697-740.

144 - MULLENDERS W. (1954) - La position phytogéographique des Hauts Plateaux belges.
Vegetatio, V-VI t., p. 112-119.

145 - MULLENDERS W. et GULLENTOPS F. (1956) - Evolution de la végétation et de la plaine alluviale de la Dyle à Louvain depuis le Pléniwurm.
Acad. R. Belgique, Bull. Cl. Sc., 5e série, t. XLII, p. 1123.

546 - MULLENDERS W. (1960) - Contribution à l'étude palynologique des tourbières de la Bar (Ardennes).
Pollen et spores, t. II, p. 43-55.

547 - MULLENDERS W. (1962) - Les relations entre la végétation et les spectres polliniques en Forêt du Mont-Dieu (département des Ardennes).
Bull. Soc. R. Bot. Belgique, t. 94, p. 131-138.

548 - NILSSON T. (1948) - Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung der nordwesdeutchen und niederländischen Elachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Sudskandinaviens.
Medd. Lunds. Geol. Min. Inst., N° 112, p. 1-79.

549 - OLDFIELD F. (1959) - The pollen morphology of some of the west european Ericales.
Pollen et spores, vol. I, p. 19.

550 - OLDFIELD F. (1960) - Studies in the Post-glacial history of British Vegetation : Lowland Lonsdale.
The New Phytologist, t. 59, p. 192-217.

551 - OLDFIELD F. (1960) - Late quaternary changes in climate, vegetation and sea-level in Lowland Lonsdale.
The Institute of British Geographes.

552 - OLDFIELD F. (1960) - The coastal mud-bed at Mouligna, Bidart, and the age of the Asturian industry in the Pays-Basque.
Pollen et spores, vol. II, p. 57.

553 - OLDFIELD F. (1960) - Three pollen analyses from an Interglacial mud-bed on the foreshore near Biarritz, South-west France.
Bull. Cent. Etud. Rech. Sci. Biarritz, t. 3, p. 53.

554 - OLDFIELD F. (1961) - The full and Late-glacial period in South-west Franc.
Proc. Linn. Soc. London, t. 172, p. 49.

555 - OLDFIELD F. (1962) - Quaternary plant records from the Pays-Basque. I. Le Moura, Mouligna, Marbella.
Bull. Cent. Etud. Rech. Sci., Biarritz, t. 4, p. 211.

556 - OVERBECK F. et SCHNEIDER (1938) - Mooruntersuchungen bei Luneburg und bei Bremen und die Reliktnatur von Betula nana.
Zeitsch. f. Botanik, t. 33, p. 1-34.

557 - OVERBECK F., MUNNICH K.O., ALETSEE L. et AVERDIECK F.R. (1957) Das Alter des "Grenzhorizonts" norddeutscher Hochmoore nach Radiocarbon Datierungen.
Flora, t. 145, p. 37-71.

558 - PAQUEREAU M.M. (1959) - Détermination générique et spécifique du Pollen de quelques Ericacées.
P.V. Soc. Linn. Bx, vol. 97.

158bis - PAQUEREAU M.M. et SCHOELLER M. (1959) - Quaternaire et Pliocène du Gurp.
Bull. Soc. Géol. Fr., 7e série, t. I, p. 79-83.

159 - PAQUEREAU M.M. (1959) - Etude palynologique d'une tourbe du littoral de Lacanau-Océan (Gironde).
P.V. Soc. Linn. Bx, vol. 98.

160 - PAQUEREAU M.M. (1960) - Recherches paléoclimatiques sur le littoral de Lacanau-Océan.
P.V. Soc. Linn. Bx, vol. 98.

161 - PAQUEREAU M.M. (1960) - Tourbes et forêt fossile du littoral de Lacanau-Océan (Gironde).
C.R.S. Soc. Géol. Fr., N° 6, p. 143.

162 - PAQUEREAU M.M. (1961) - Documents palynologiques sur le littoral du Gurp à Dépet (Gironde).
C.R.S. Soc. Géol. Fr., p. 102.

163 - PAQUEREAU M.M. (1961) - Flores du Post-glaciaire récent sur le littoral girondin, d'après les analyses palynologiques.
Congr. Soc. Préhist. Fr., Rennes.

164 - PAQUEREAU M.M. (1962) - Tourbes du début de l'Atlantique sur le littoral du Pin-Sec (Gironde).
C.R.S. Soc. Geol. Fr., N° 3, p. 78.

165 - PAQUEREAU M.M. et BARRERE P. (1962) - Palynologie et morphologie quaternaires dans les environs d'Arudy.
Ve Congr. Intern. d'Etud. Pyr., Pau-Lourdes.

166 - PAQUEREAU M.M. (1962) - Analyse pollinique de la tourbe littorale de Soulac (Gironde).
P.V. Soc. Linn. Bx, vol. 98.

167 - PAQUEREAU M.M. (1962) - Intérêt des espèces Méditerranéennes dans les flores polliniques du Post-glaciaire girondin.
P.V. Soc. Linn. Bx, vol. 99.

168 - PARDE L. (1937) - Les Conifères. Paris.

169 - PARDE L. (1943) - Les feuillus.
Librairie Agricole, Horticole et Forestière, Paris.

170 - PEYNEAU Dr B. (1926) - Découvertes archéologiques dans le Pays de Buch.
Féret, Bordeaux.

170bis - PLANCHAIS N. (1962) - Le pollen de quelques Chênes du domaine méditerranéen occidental.
Pollen et spores, t. IV, N° 1, p. 87-93, 1 pl.

170ter - PONS A. (1964) - Contribution palynologique à l'étude de la flore et de la végétation pliocènes de la région Rhodanienne.
Masson, Paris, Ann. Sc. Nat. Bot. - 12e série, t. V, p. 499-722, 22 fig., 3 pl., 7 tabl.

171 - POST L. von (1946) - The prospect for pollen analysis in the study of the Earth's climatic History.
New Phytologist, t. 45, p. 193.

172 - PRENANT A. et PAQUEREAU M.M. (1961) - Note préliminaire à l'étude stratigraphique et palynologique de la grande dune du Pyla.
P.V. Soc. Linn. Bx, vol. 98, 12 p., 3 fig.

173 - REID C. (1899) - The origin of the British Flora.
London Dulau and Co.

174 - REID C. (1907) - The fossil Flora of Tegelen-sur-Meuse.
Verhandl. K. Akad. Wecensch. Amsterdam, N° 6, p. 3-26.

175 - REID C. (1907) - La détermination de l'âge des argiles à briques de Tegelen, Reuver, Ryckevorsel et Raevels.
Bull. Soc. Belge de Geol., vol. 21, p. 583.

176 - REID C. (1915) - Les vallées pliocènes avec lignite de Bidart, Cénitz et Chabiaque (Basses-Pyrénées).
Bull. Soc. Géol. Fr., vol. 15, p. 403.

177 - REID C. (1915) - The Pliocène Floras of the Dutch Prussian Border.
Med. Rijksopsporing von Delfstoffen, N° 6, p. 1.

178 - REY P. (1956) - Ecologie générale des coteaux de Gascogne.
Bull. Serv. Carte. Phytogéog. C.N.R.S., série A, t. I, fasc. 2, p. 85.

179 - REY P. (1957) - Le déterminisme écologique de la répartition des plantes méditerranéennes en Aquitaine.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 92, p. 131.

180 - ROUY G. (1913) - Flore de France.
Deyrolle, Paris.

181 - SAINT-JOURS B. (1901) - L'âge des dunes et des étangs de Gascogne.
Soc. Linn. Bx, t. 35, N° 45.

182 - SAINT-JOURS B. (1925) - Les dunes du littoral gascon.
Actes Acad. Sc. Belles-lettres et Arts Bx, vol. 1925-1926, p. 39.

183 - SAUVAGE J. (1961) - Examen pollinique de tourbes littorales à Montalivet. (Gironde)
C.R. Soc. Géol. Fr., p. 29-30.

184 - SHEPARD F.P. (1960) - Rise of sea level along North-West gulf of Mexico.
Am. Ass. Petr. Geol., p. 338.

185 - SHEPARD F.P. and SUESS H.E. (1956) - Rate of Post-glacial rise of sea level.
Science, vol. 123, p. 1082.

186 - SITTLER C. (1955) - Méthodes et techniques physico-chimiques de préparation des sédiments en vue de leur analyse pollinique.
Rev. Institut Français du Pétrole, vol. X, p. 103.

187 - SMITH A.G. (1961) - The Atlantic-Sub-boreal transition.
Proc. Linn. Soc. London, t. 172. p. 38.

188 - SPOEL-WALVIUS M.R. Van Der (1963) - Les caractéristiques de l'exine chez quelques espèces de Quercus.
Acta Botanica Neerlandica, t. 12, p. 525.

189 - STAATEN L.M.J.V. Van (1954) - Radiocarbon datings and changes of sea level at Velzen (Netherlands).
Geol. en Mijnb. N.S. 16, p. 247.

190 - STREEL M. (1959) - Les rapports climat-végétation discernables dans l'épaisseur des tourbières du plateau des Hautes Fagnes Belges.
Bull. Soc. R. Sc. de Liège, N° 3-4, 16 p.

191 - TROELS-SMITH J. (1950) - Ivy, Mistletoe and Elm Climate Indicators. Fodder Plants. Geol. Surv. Denm, serie 4, vol. 4, N° 4, 30 p.

192 - UMBGROVE J.H.F. (1947) - Origin of the Dutch coast.
Kon. Ned. Akad. Wet. Proc. 50, Sect. Sc., p. 225.

193 - VANDEN BERGHEN C. (1951) - Landes tourbeuses et tourbières bombées à sphaignes de Belgique.
Bull. Soc. R. Bot. Belgique, t. 84, p. 157.

194 - VANDEN BERGHEN C. (1951) - L'analyse pollinique et l'histoire forestière récente de la Belgique.
Les Naturalistes belges, t. 32, N° 2, p. 28.

195 - VAN CAMPO M. (1950) - Recherches sur la phylogénie des Abiétinées d'après leurs grains de pollen.
Travaux du Laboratoire forestier de Toulouse, 2, Sect. 1, vol. 4.

196 - VAN CAMPO M. (1950) - Une méthode de préparation très rapide des tourbes en vue de leur analyse pollinique.
Bull. Soc. Bot. Fr., vol. 97, p. 216.

196bis - VAN CAMPO M. et ELHAI H. (1956) - Etude comparative du pollen de quelques Chênes. Application à une tourbière normande.
Bull. Soc. Bot. Fr., t. 103, N° 5-6, p. 254-260, 2 fig., 2 pl.

197 - VAN CAMPO M. et ELHAI H. (1959) - Observations sur la végétation wurmienne et post-wurmienne en Normandie.
C.R. Séanc. Acad. Sciences, Paris, t. 248, p. 2120.

198 - VAN CAMPO M. et ELHAI H. (1960) - Intérêt géographique des analyses polliniques.
Annales de Géogr., N° 374, p. 337.

199 - VAN CAMPO M. et BOUCHUD J. (1962) - Flore accompagnant le squelette d'enfant moustérien découvert au Roc de Marsal, commune du Bugue (Dordogne) et première étude de la flore du gisement.
C.R. Séanc. Acad. Sc., t. 254, N° 5, p. 897.

00 – VAN CAMPO M. (1962) – Quelques problèmes posés par les analyses polliniques au Sud de la France.
IVe Congrès Intern. d'Etudes Pyrénéennes. Résumé des communications p. 15.

01 – VAN DER HAMMEN Th. (1953) – Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands.
Leidse Geol. Meded., t. 17, p. 17.

02 – VAN DER VLESK I.M. et FLORSCHUTZ F. (1953) – The palaeontological base of the subdivisions of the Pleistocene in the Netherlands.
Verh. Akad. Wet. Amst., t. 20, N° 2, p. 20.

03 – VANHOORNE R. (1957) – Les flores pléistocènes belges.
Ve Congr. Intern. Inqua. Madrid-Barcelone, Résumé des communications.

04 – VANHOORNE R. (1961) – Evolution du paysage botanique en Belgique depuis le Pliocène jusqu'à l'époque romaine.
Ass. Nat. des Professeurs de Biologie de Belgique, 7e année, N°s 2-3.

05 – VANHOORNE R. (1961) – La limite Plio-Pléistocène en Belgique.
Inqua. VIe Congr. Intern., Pologne.

06 – VAN ZEIST W. (1955) – Pollen analytical investigations in the northern Netherlands.
Acta Bot. Neerland., vol. IV-1.

07 – VAN ZEIST W. (1955) – Some radio-carbon dates from the raised bog near Emmen (Netherlands).
Palaeohistoria, vol. IV, p. 113.

08 – VAN ZEIST W. (1959) – Studies on the post-boreal vegetational history of south-eastern Drenthe (Netherlands).
Acta Bot. Neerland., t. 8, p. 156.

09 – VERGER F. (1960) – La transgression flandrienne sur le littoral atlantique de l'embouchure de la Vilaine à la Rochelle.
Norois, t. 7, N° 25, p. 48.

10 – VERGER F. et FLORSCHUTZ F. (1960) – Sur l'existence à Fromentine (Vendée) d'une couche de tourbe du début de l'Atlantique.
C.R. Ac. Sc., t. 251, p. 891.

11 – VIRET J. (1954) – Le loess à bancs durcis de St-Vallier (Drôme) et sa faune de mammifères villafranchiens. Avec une analyse granulométrique par E. SCHMID et une analyse pollinique par Ch. KRAEHENBULH.
Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, fasc. 4, 200 p., 43 fig., 33 pl., 1 tabl.

12 – VRIES H. de, FLORSCHUTZ F. et MENENDEZ-AMOR J. (1960) – Un diagramme simplifié d'une couche de Gyttja, située à Poueyferré près de Lourdes.
Koniskl. Nederl. Akad. Amsterdam, t. 63, N° 4.

13 – WELSCH J. (1910) – Sur les dépôts de tourbe littorale de l'Ouest de la France.
C.R. Acad. Sc., p. 1628.

214 - WELSCH J. (1910) - Révision de la feuille de Lesparre au 80.000°.
Bull. Serv. Carte. Geol. Fr., t. 20, p. 54.

215 - WELSCH J. (1911) - Note géologique sur les environs de Lesparre et d
Blaye.
Bull. Serv. Carte. Geol. Fr., t. 21, p. 441.

216 - WELSCH J. (1913) - Les dunes primaires de Gascogne.
C.R. Acad. Sc.

217 - WELSCH J. (1913) - Note géologique sur le Médoc, la Saintonge e
l'Angoumois.
Bull. Serv. Carte. Geol. Fr., t. 22, p. 53.

218 - WELSCH J. (1917) - Les lignites du littoral et les forêts submergées d
l'Ouest de la France.
L'Anthropologie, t. 28, p. 201.

219 - WEST R.G. (1955) - The glaciations and interglacials of East Anglia a
summary and discussion of recent research.
Quaternaria II, p. 45.

220 - WEST R.G. and GODWIN H. (1957) - The Cromerian interglacial
Nature London, t. 181, p. 1554.

221 - WODEHOUSE R.P. (1935) - Pollen grains.
Mc. Graw Hill book Company, New-York and London, 574 p., 123 fig

222 - WOLDSTEDT P. (1950) - Comparaison of the East Anglian and Continental
Pleistocene.
Nature, vol. 165, p. 1002.

223 - ZAGWIJN W.H. (1957) - Vegetation climate and Time correlations in the
early Pleistocene of Europe.
Geol. en Mijnb., t. 19, p. 233.

224 - ZAGWIJN W.H. (1960) - Palaeobotanical recording of climatic change in
the Quaternary of Europe.
Inter. Jour. Bioclim. and Biometeor., vol. IV, part. 1, section A.

225 - ZAGWIJN W.N. (1961) - Vegetation, climate and radio-carbon datings in
the late Pleistocene of the Netherlands.
Mem. Geol. Foundation in the Netherlands, p. 15.

226 - ZEUNER F.E. (1945) - The Pleistocene period.
London Royal Society.

227 - ZEUNER F.E. (1952) - Dating the past : an introduction to geochronology.
3e ed. London, 474 p.

TABLE DES MATIÈRES

Page

TRODUCTION 1

EMIERE PARTIE – Généralités 5

– Méthodes et techniques 7
– Les grands traits de la structure géologique 11
– Principaux caractères de la flore actuelle 19

UXIEME PARTIE – Analyses palynologiques 29

– Grands marais du Bordelais 31
– Bas-Médoc 39
A – Soulac 39
B – Le Gurp 41
C – La Pinasse 51
D – Dépet 53
E – Dépet-Montalivet 55
F – Montalivet 58
– Haut-Médoc 63
Le littoral de Montalivet à Lacanau-Océan 63
A – Le Pin-Sec 64
B – Le littoral de Hourtin 71
C – Littoral de Carcans 73
D – Le littoral de Lacanau-Océan 77
Le littoral du Bassin d'Arcachon 86

– Région des étangs 93

DISIEME PARTIE – L'évolution climatique et floristique 97

– Phases climatiques en Gironde 99
– Caractères écologiques et comportement des principales essences 111
– Les principaux ensembles floristico-géographiques 121

NCLUSIONS 129

LIOGRAPHIE 141

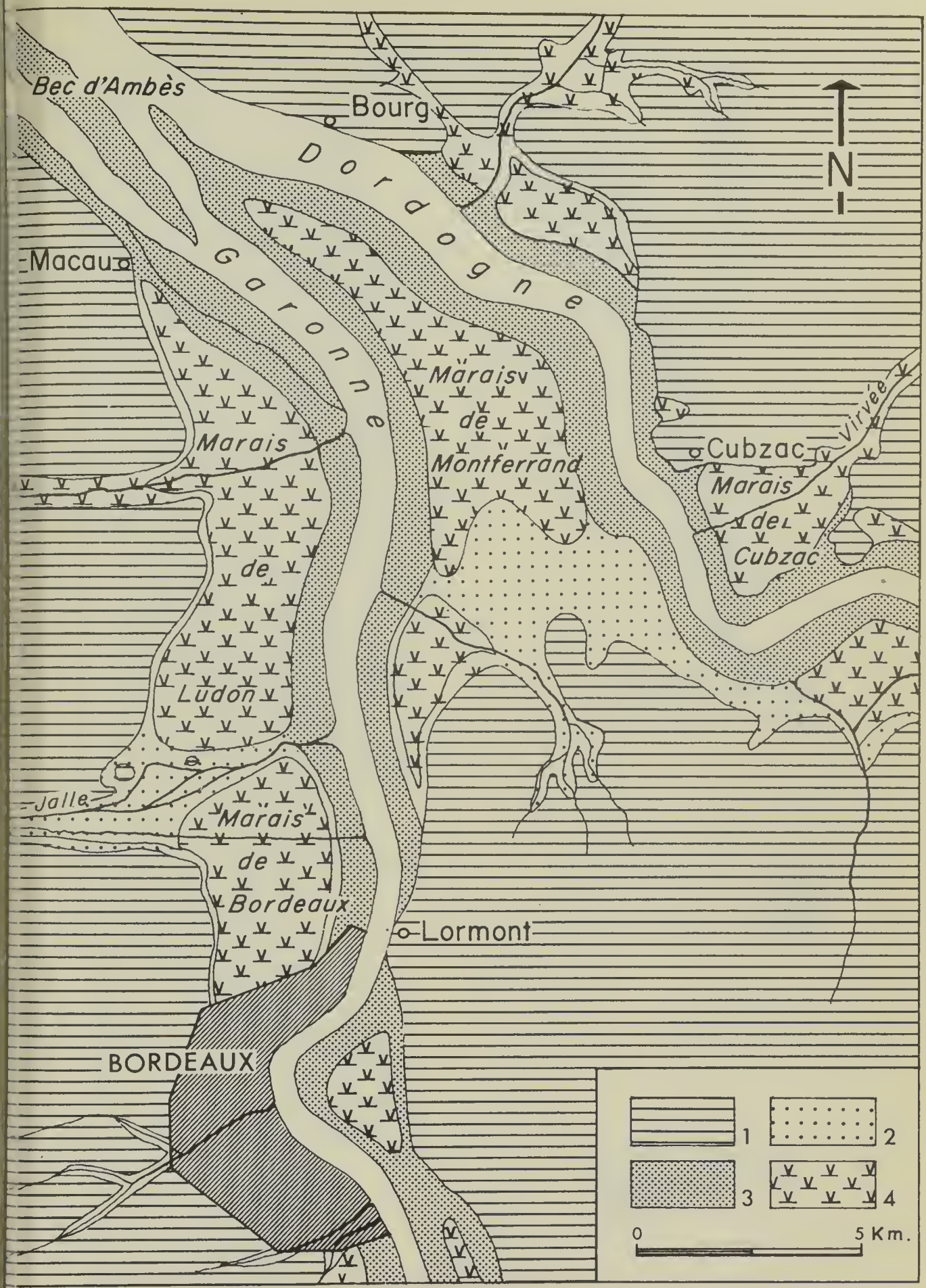
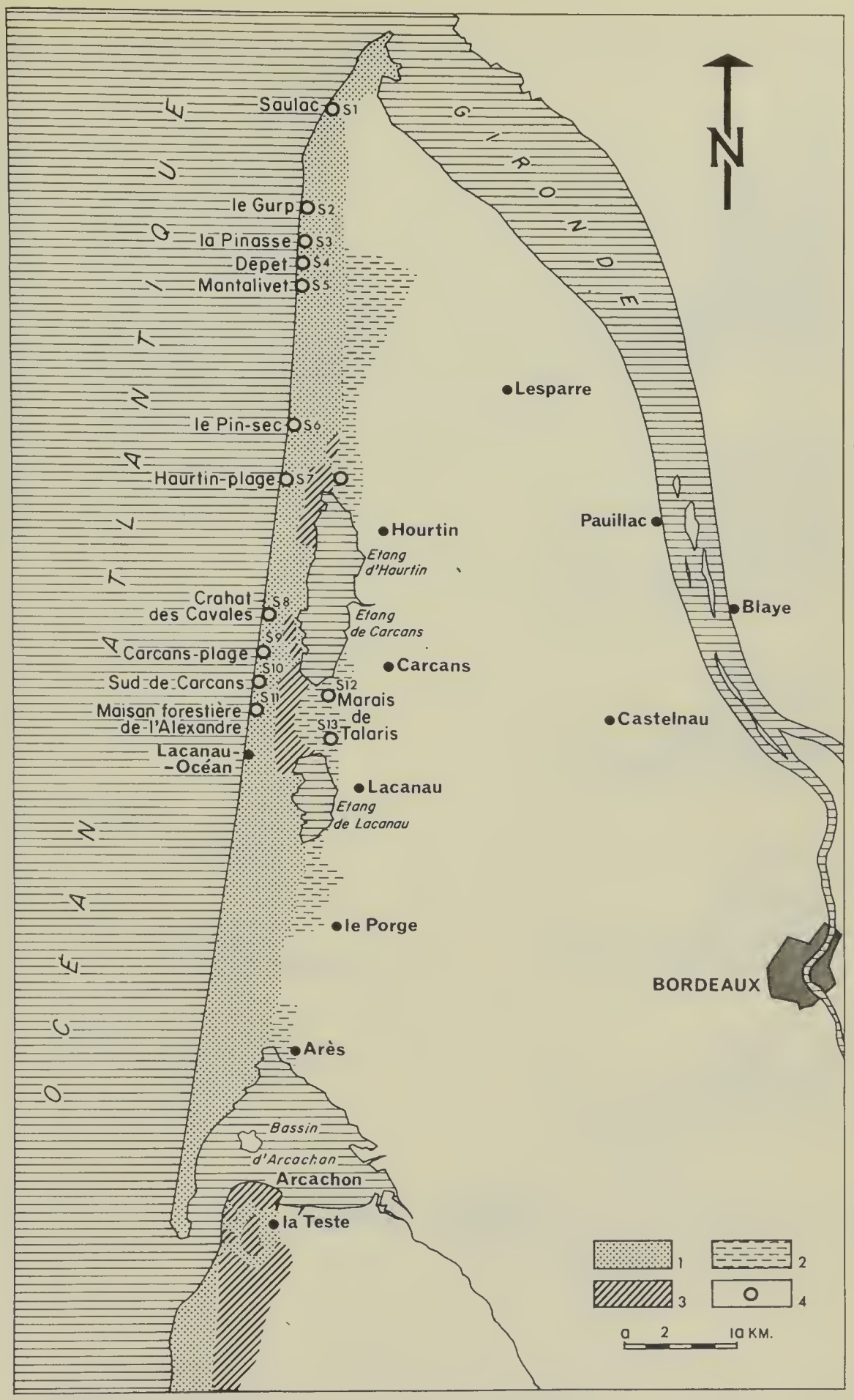
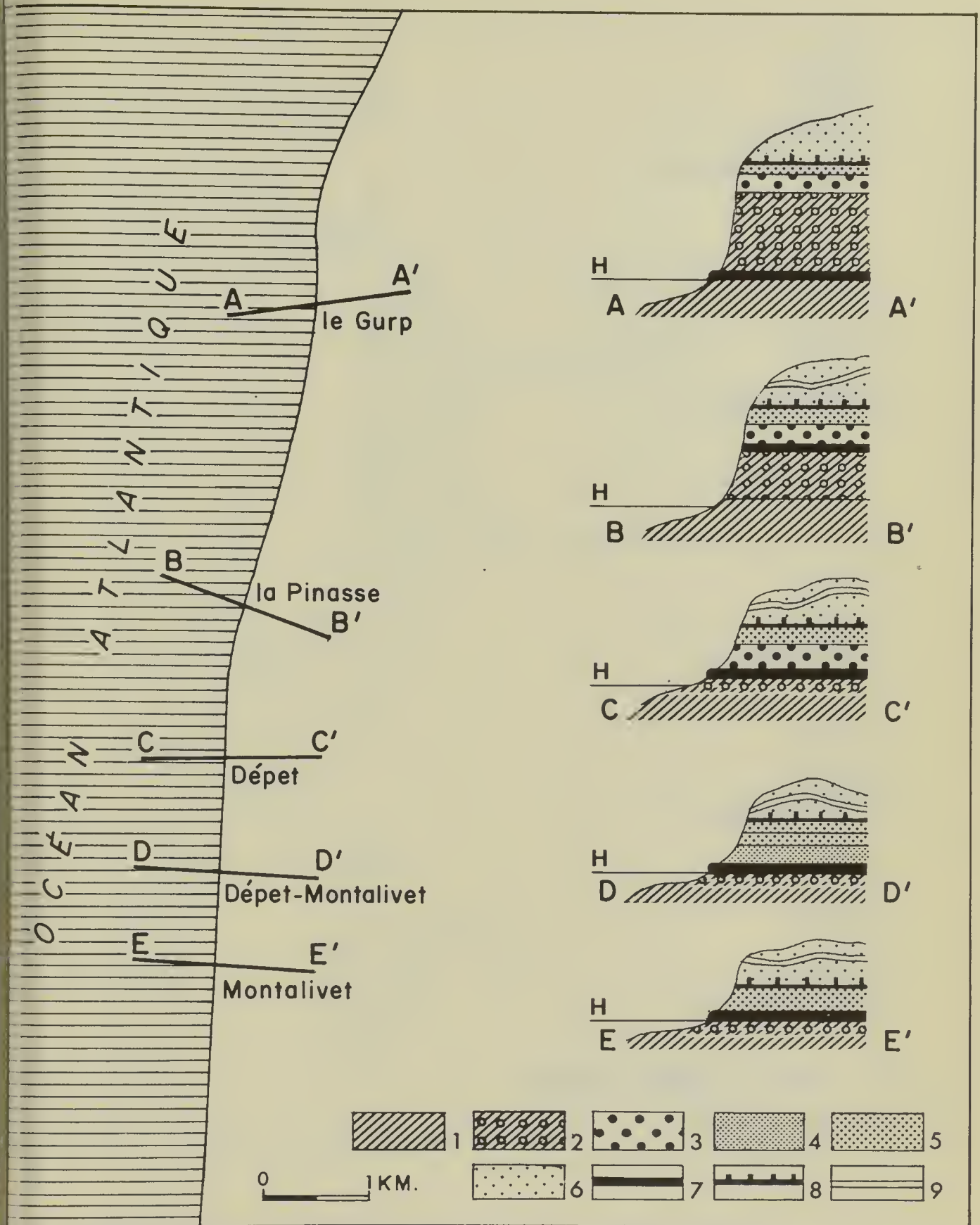


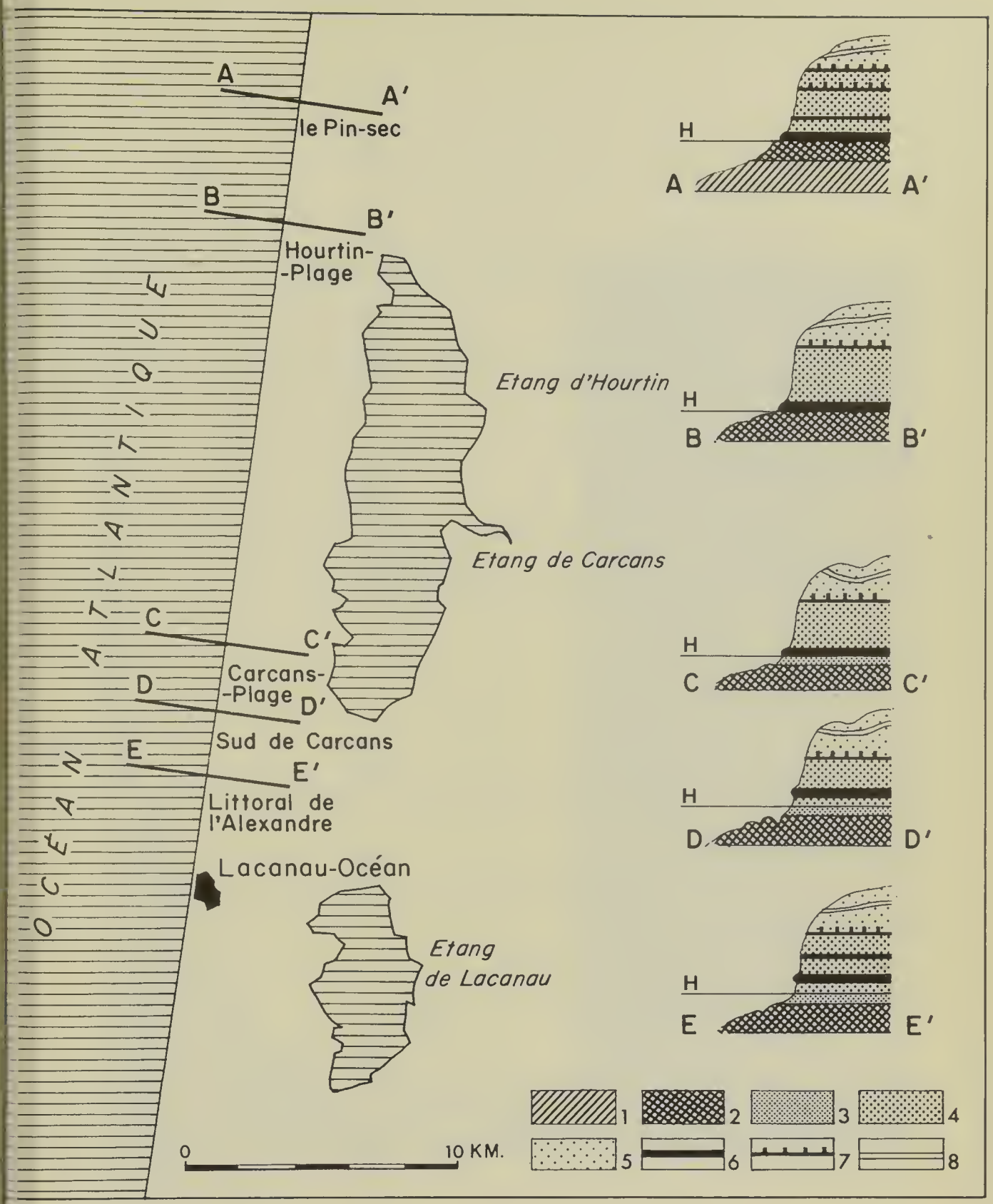
Fig. 1 – Les marais du Bordelais (d'après H. ENJALBERT)
1. Terre ferme – 2. Zone de transition – 3. Palu – 4. Marais tourbeux.



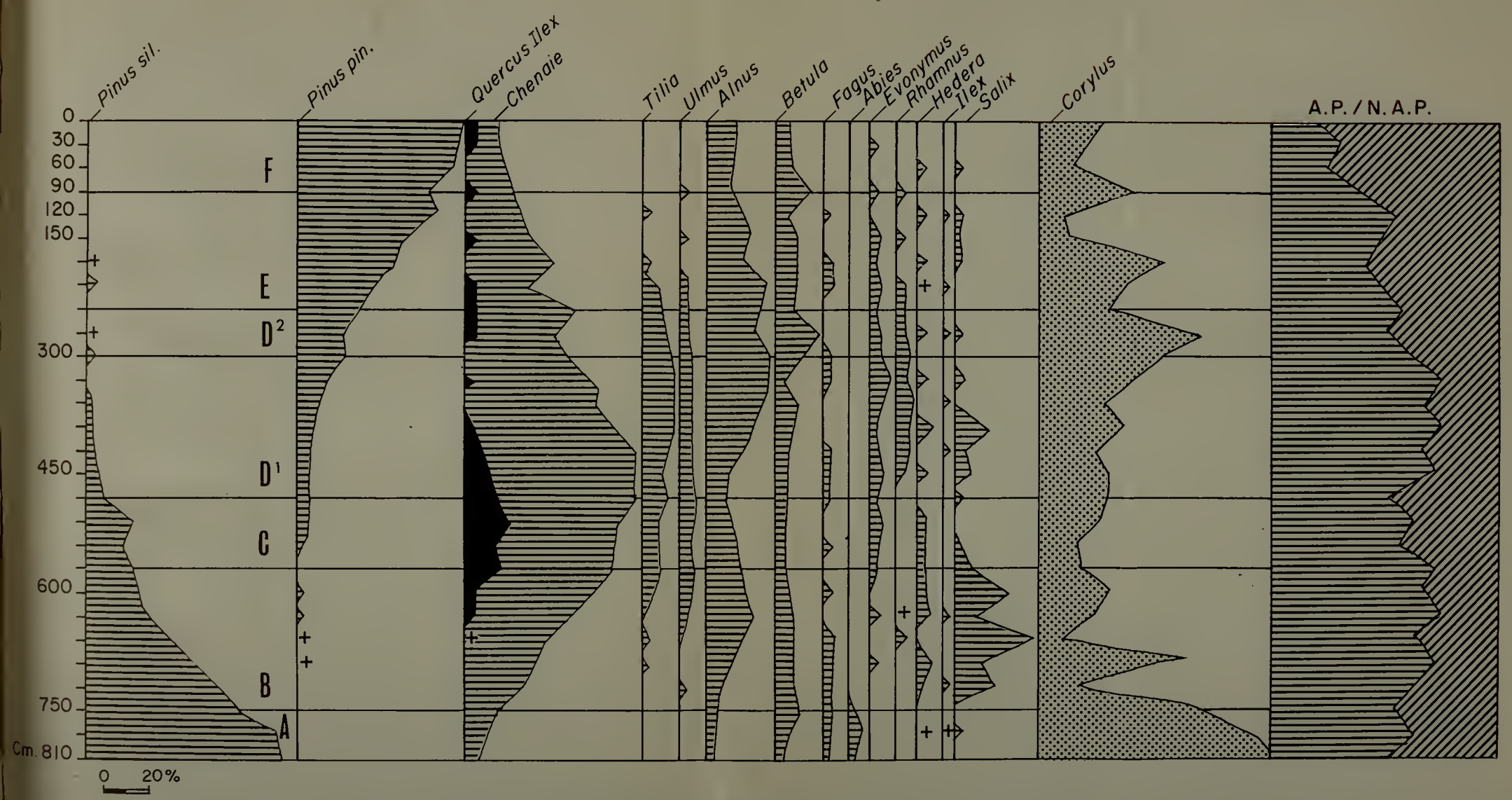
– Emplacement des sondages dans la zone littorale.
1. Dunes modernes – 2. Marécages – 3. Dunes anciennes subsistantes – 4. Sondages.



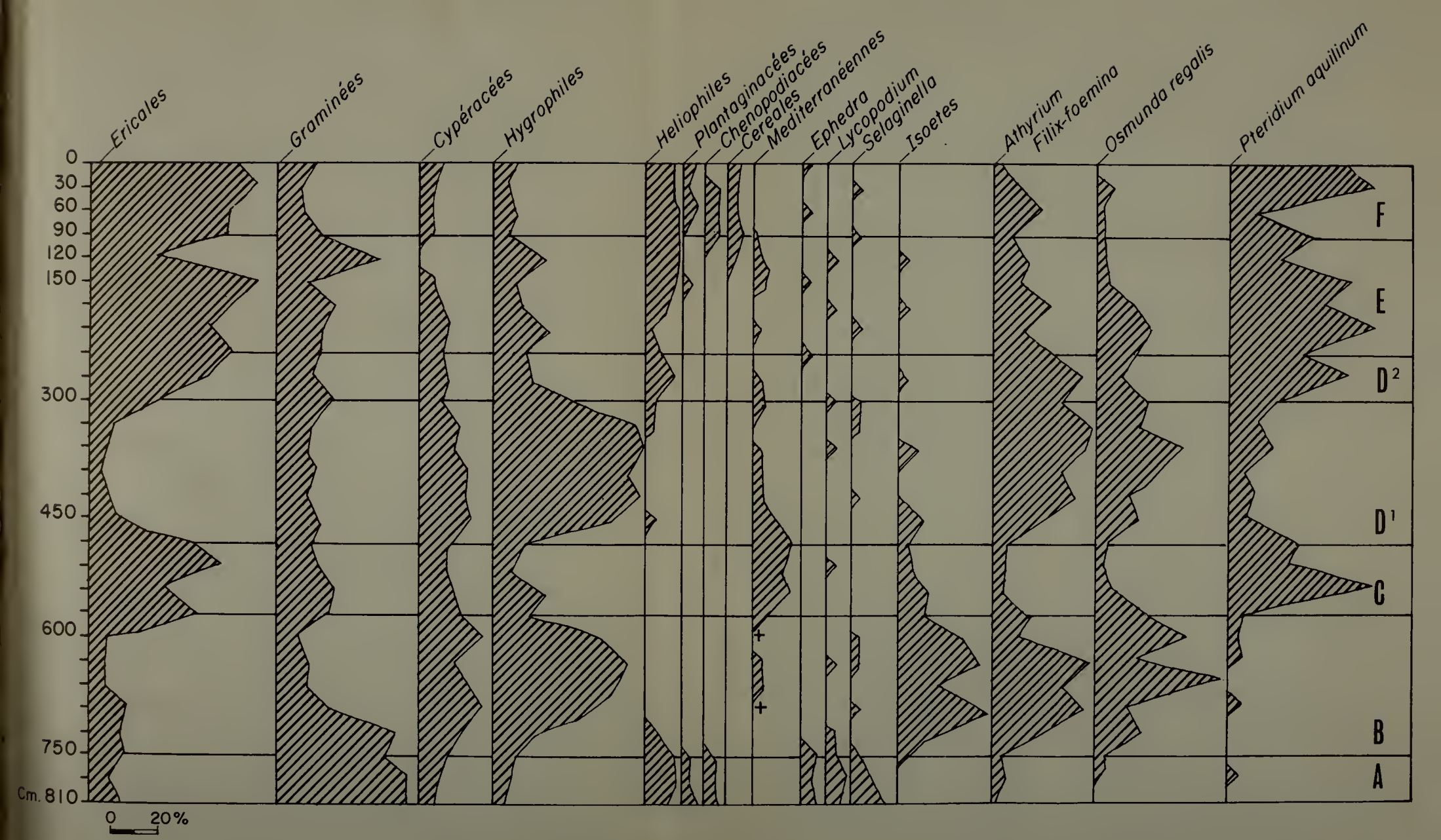
3 – Stratigraphie de la falaise dunaireddu Gurp à Montalivet.
1. Argile – 2. Alluvions – 3. Sables anciens grossiers – 4. Sables anciens tourbeux – 5. Sables éoliens anciens – 6. Sables modernes – 7. Tourbe – 8. Ancien sol – 9. Sol dunaire – H : niveau des hautes mers.



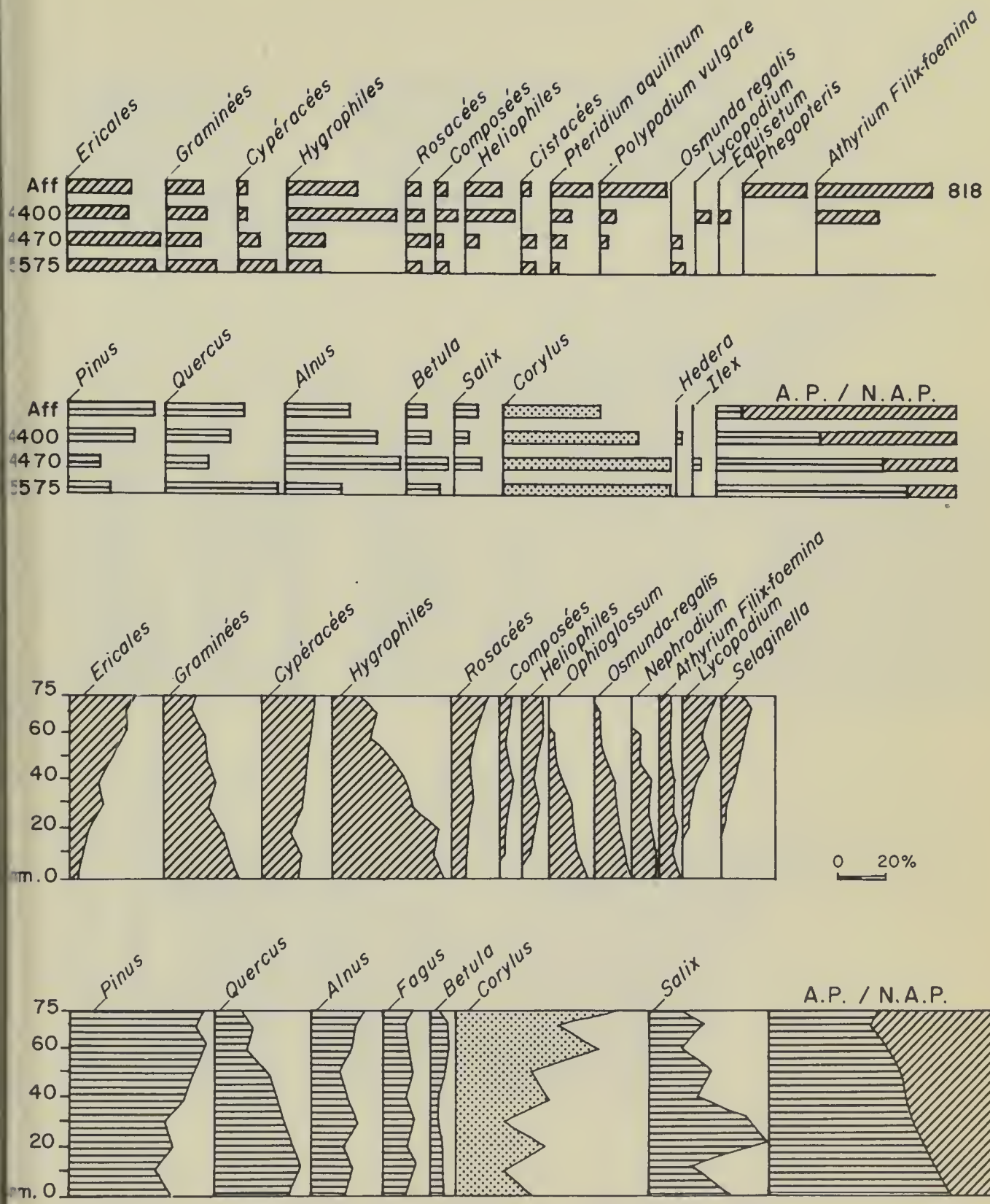
4 – Stratigraphie de la falaise dunaire du Pin-Sec à Lacanau-Océan.
1. Argile – 2. Alios – 3. Sables anciens tourbeux – 4. Sables éoliens anciens – 5. Sables modernes – 6. Tourbe – 7. Ancien sol – 8. Sol dunaire – H : niveau des hautes mers.



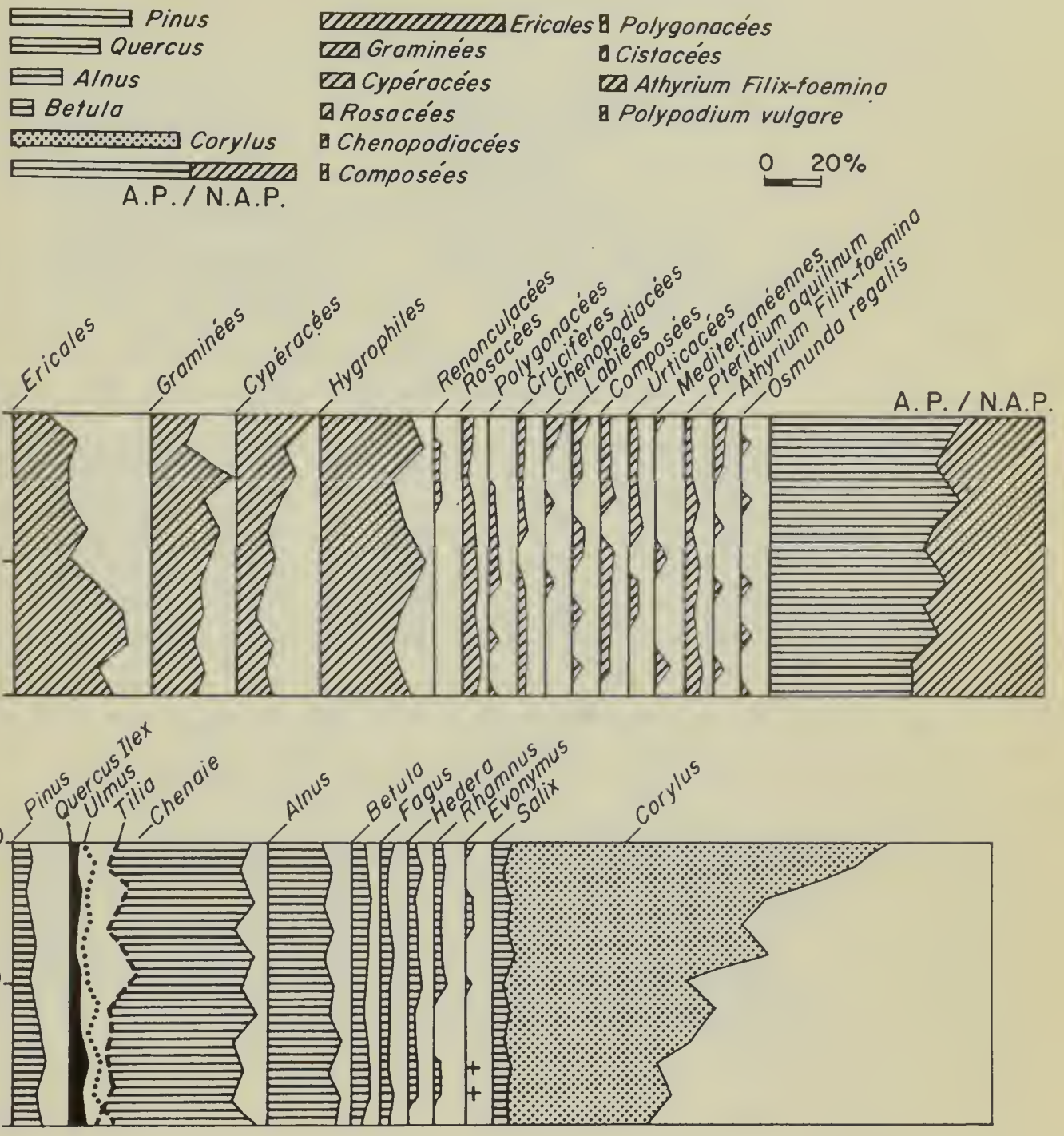
Pl. I – Marais du Bordelais – Diagramme des essences arbustives.



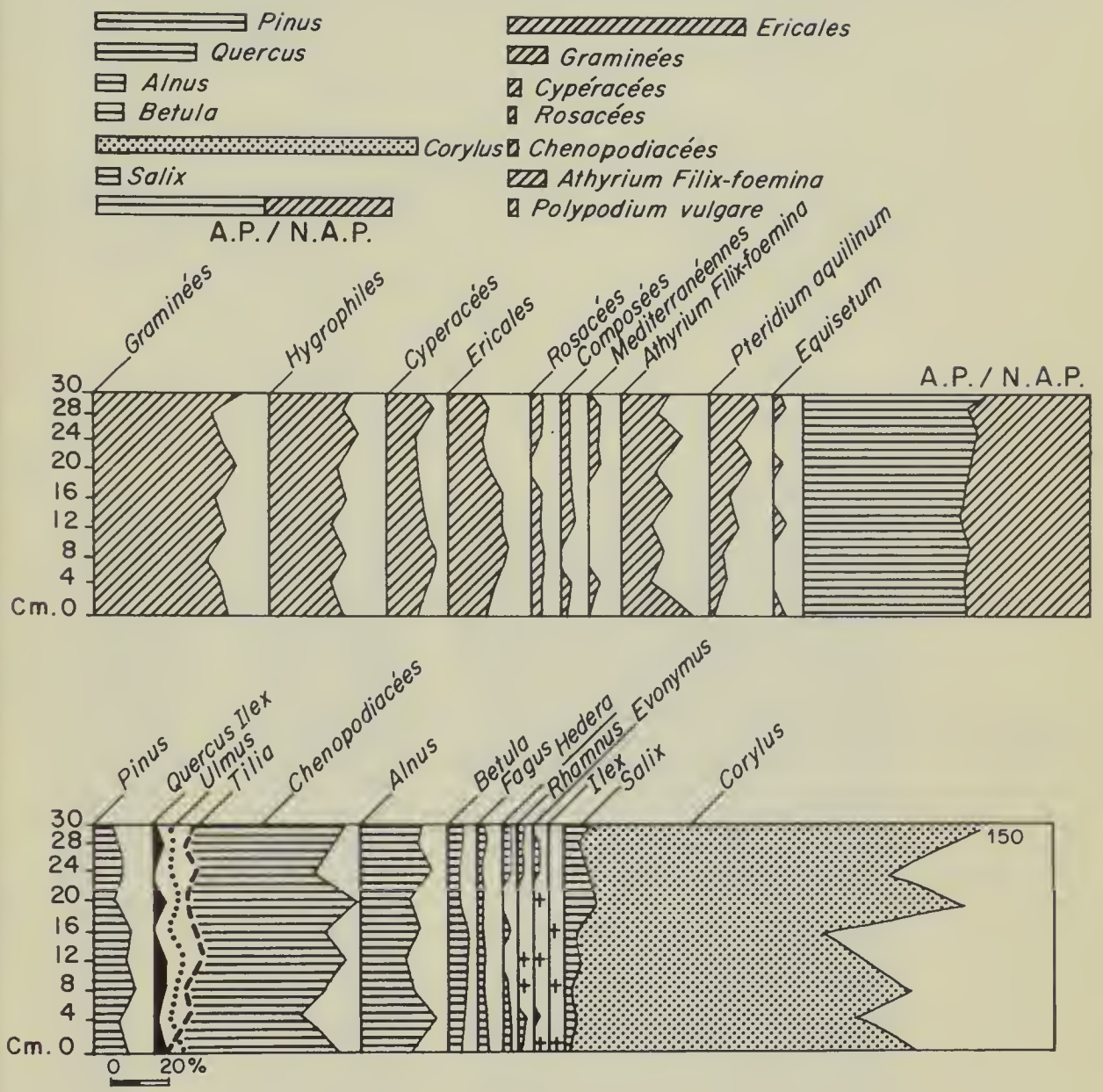
Pl. II – Marais du Bordelais – Diagramme des essences herbacées.



– Le GURP – Diagramme 1 : Tourbe de base, essences arbustives – Diagramme 2 : Tourbe de base, essences herbacées – Diagramme 3 : Echantillons de sondages et affleurement, essences arbustives – Diagramme 4 : Echantillons de sondages et affleurement, essences herbacées.

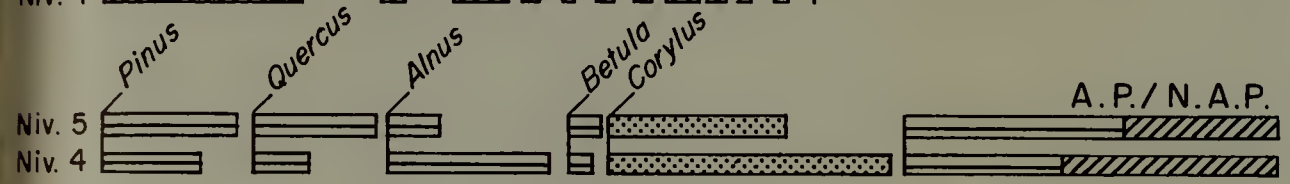


V – La PINASSE – Diagramme 1 : niveau 3, essences arbustives – Diagramme 2 : niveau 3, essences herbacées – Diagramme 3 : niveau 5.

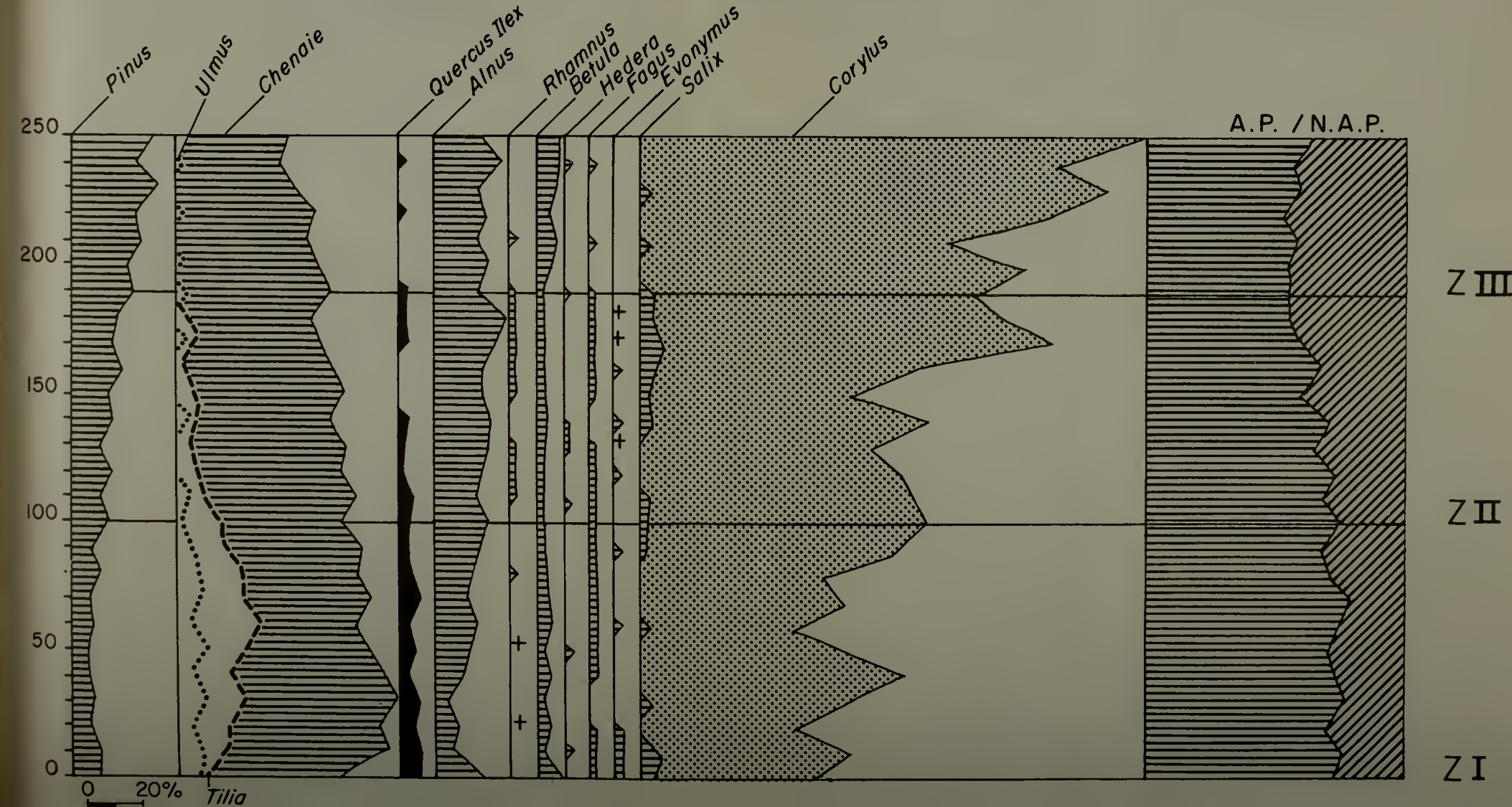


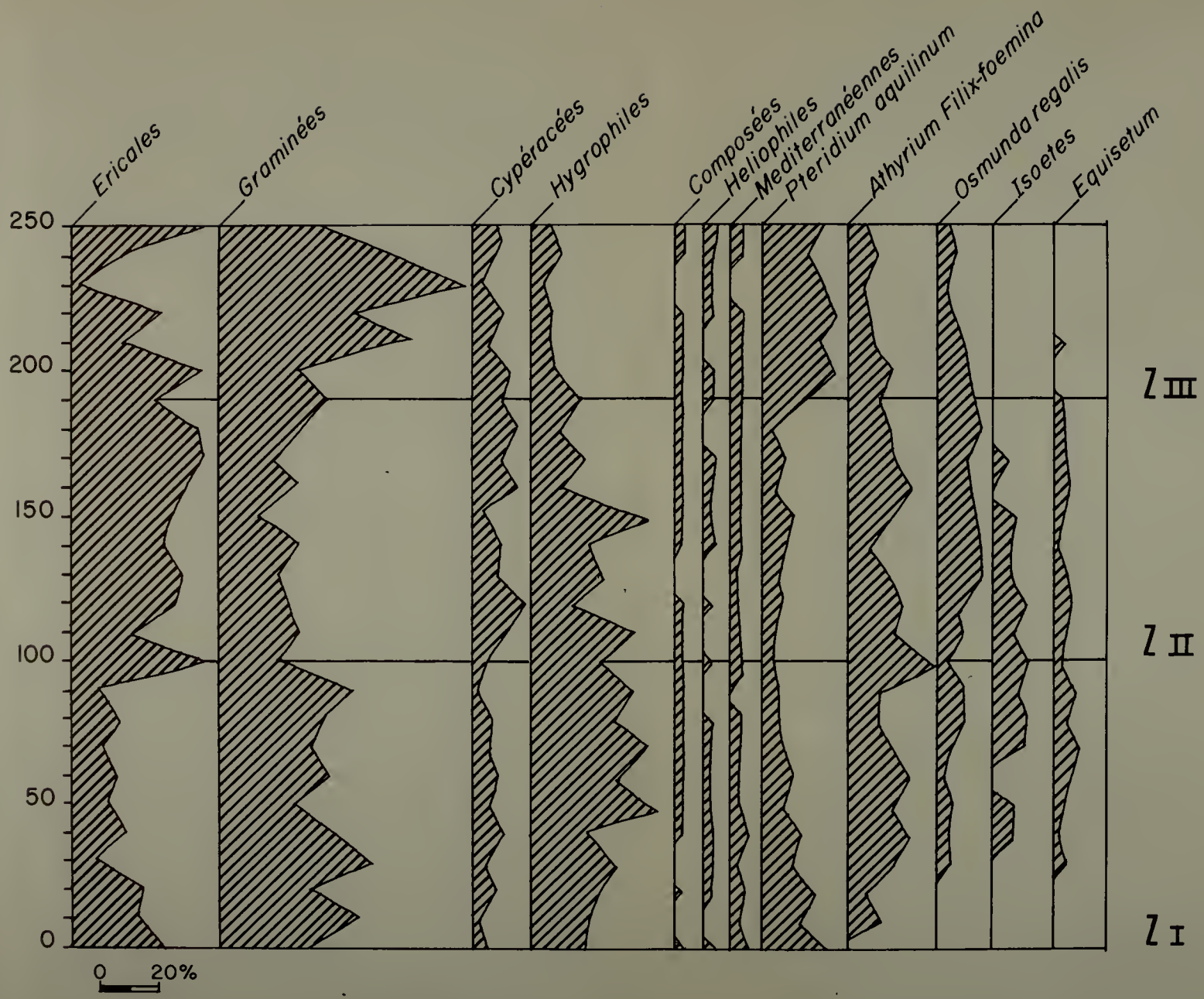
DEPET – Diagramme 1 : niveau 2, essences arbustives – Diagramme 2 : niveau 2, essences herbacées – Diagramme 3 : niveau 4.



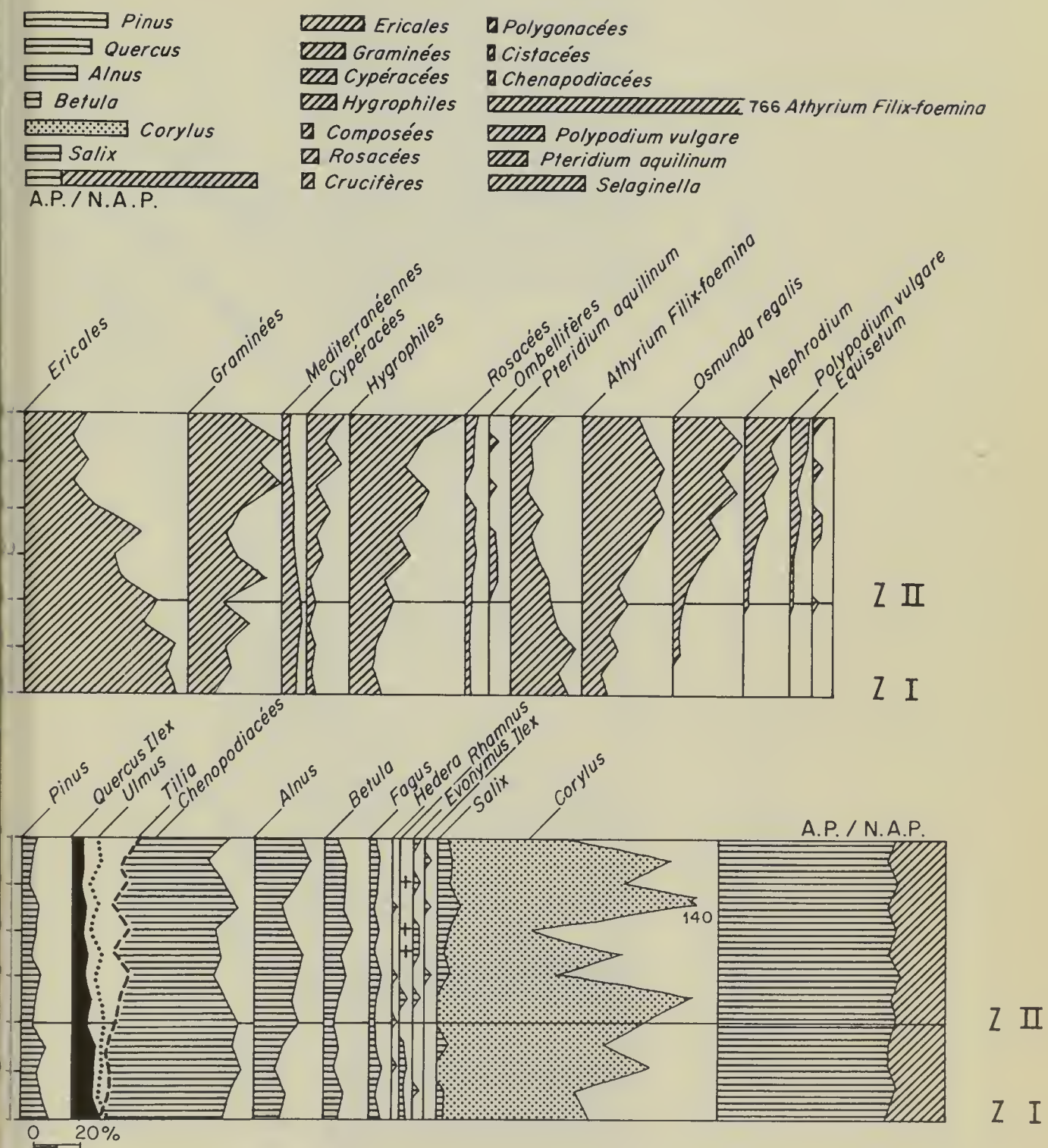


Pl. VI – DEPET-MONTALIVET – Diagramme 1 : niveaux 2 et 3, essences arbustives – Diagramme 2 : niveaux 4 et 5, essences arbustives – Diagramme 3 : niveaux 4 et 5, essences herbacées.

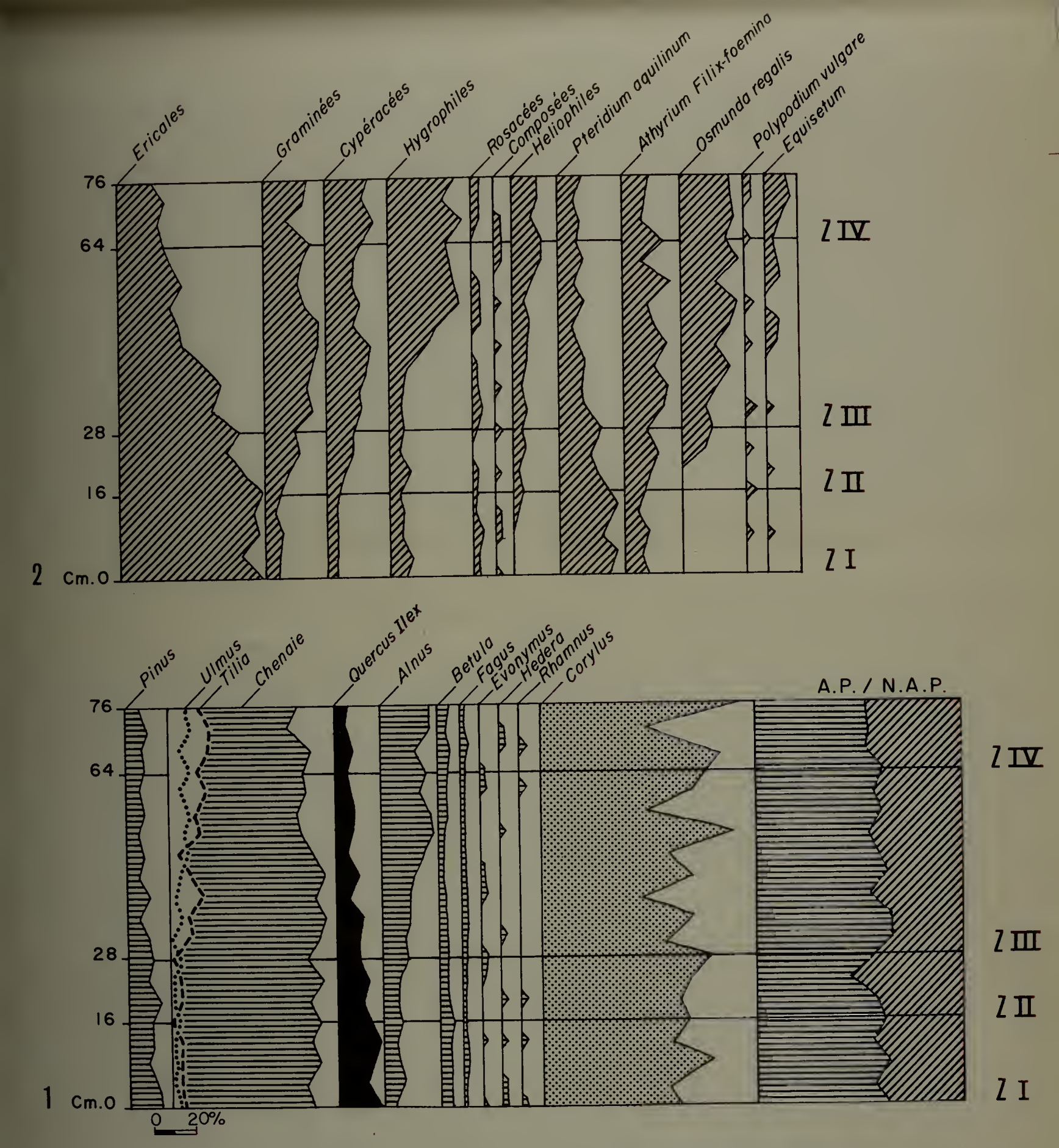




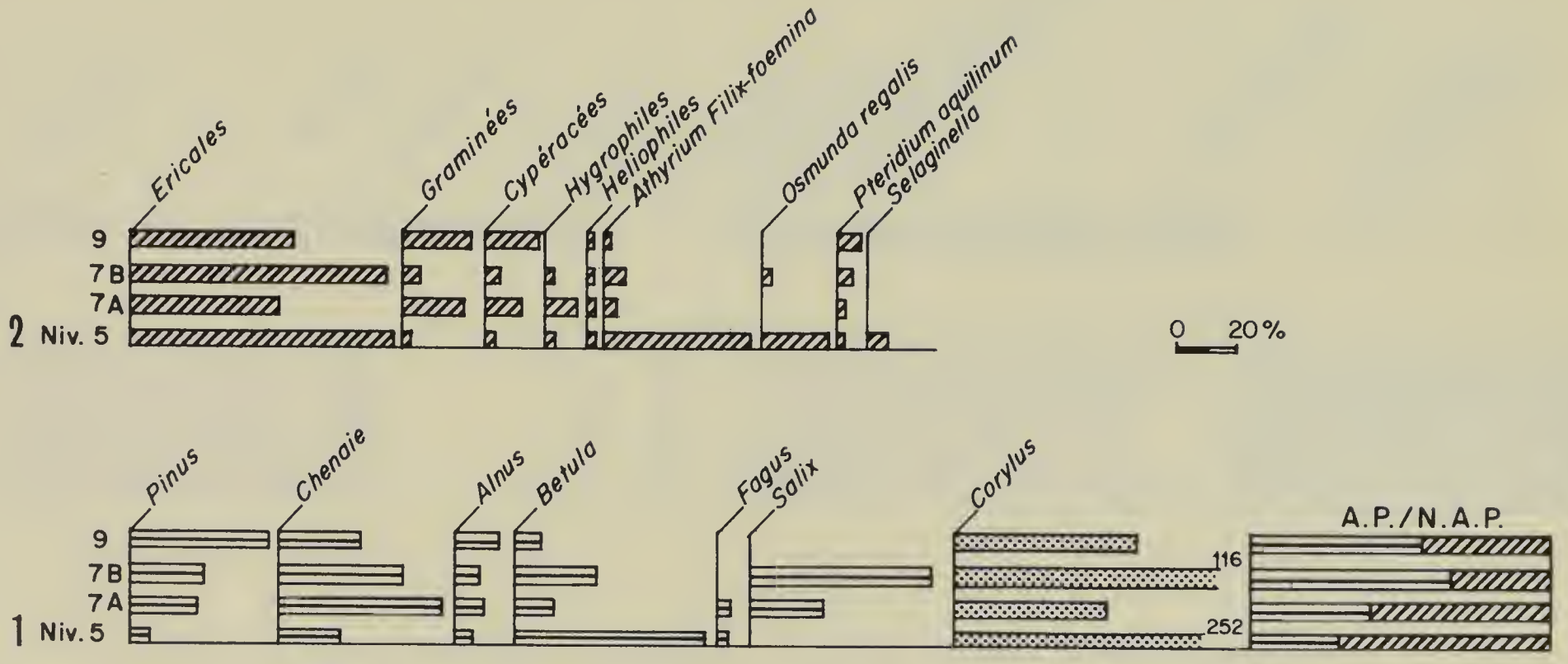
Pl. VII – DEPET-MONTALIVET – Niveaux 2 et 3, essences herbacées.



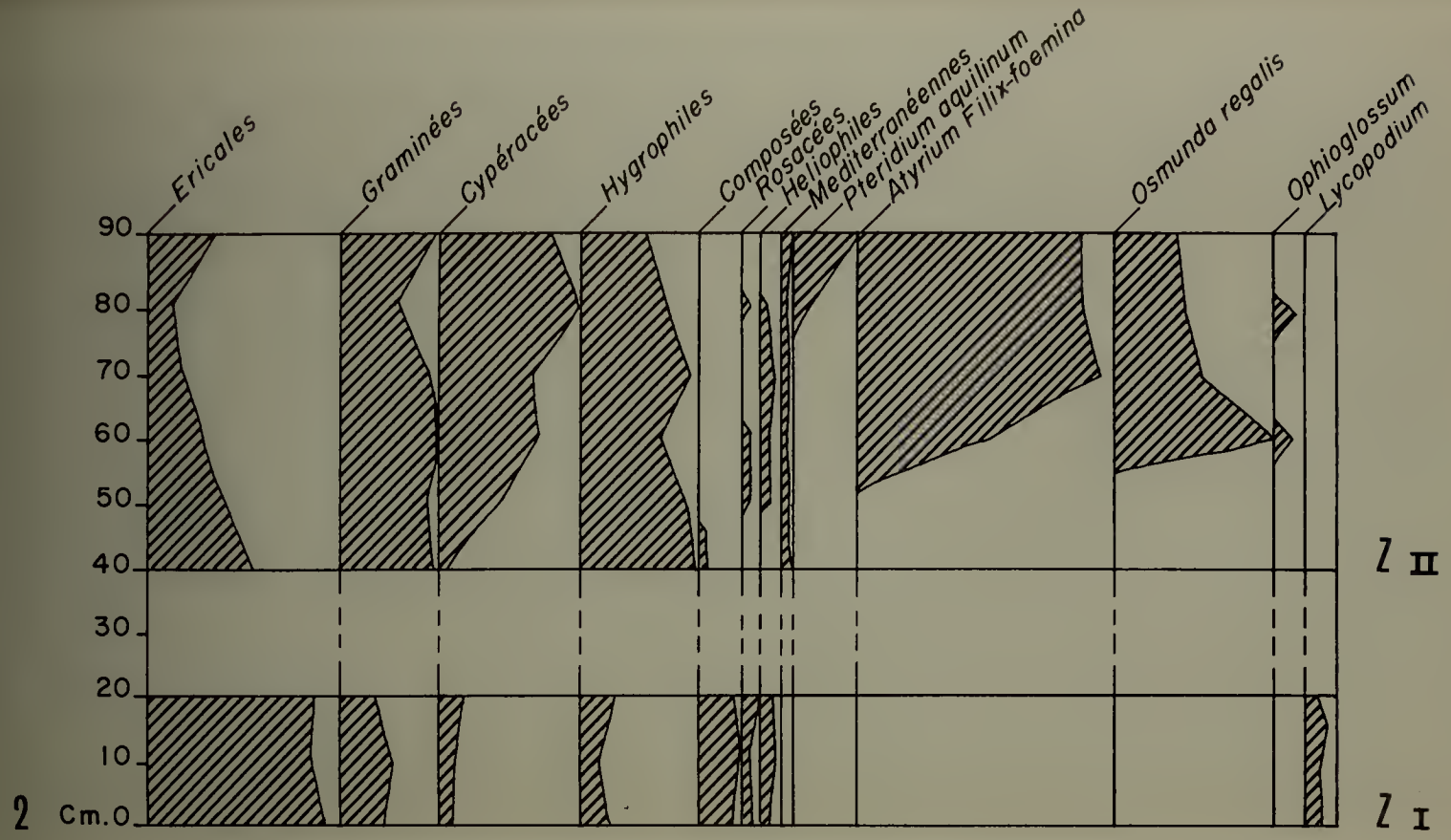
III – MONTALIVET – Diagramme 1 : niveau 2, essences arbustives – Diagramme 2 : niveau 2, essences herbacées – Diagramme 3 : niveau 4.

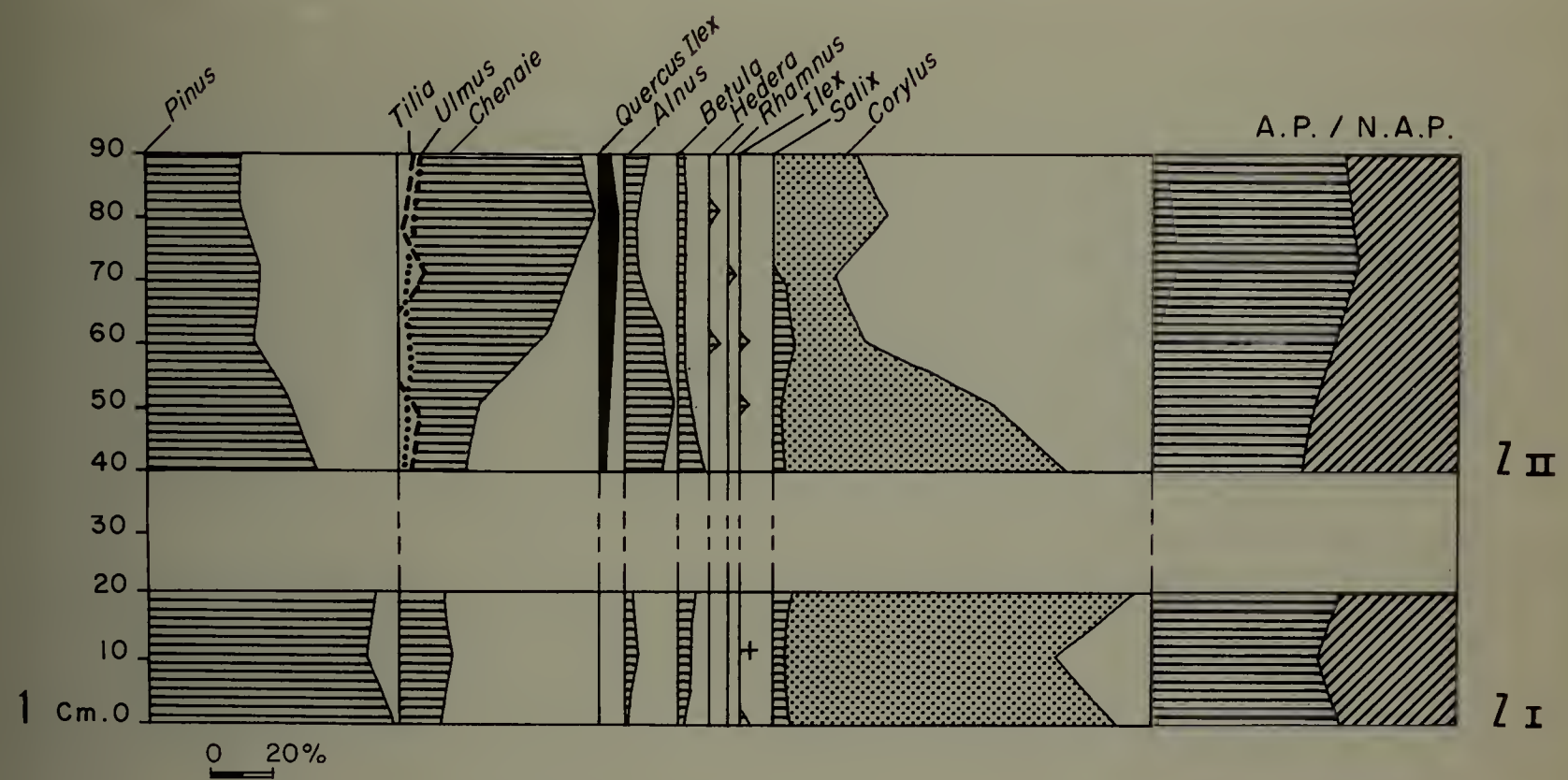


Pl. IX – Le PIN-SEC – Diagramme 1 : niveau 3, essences arbustives – Diagramme 2 : niveau 3, essences herbacées.

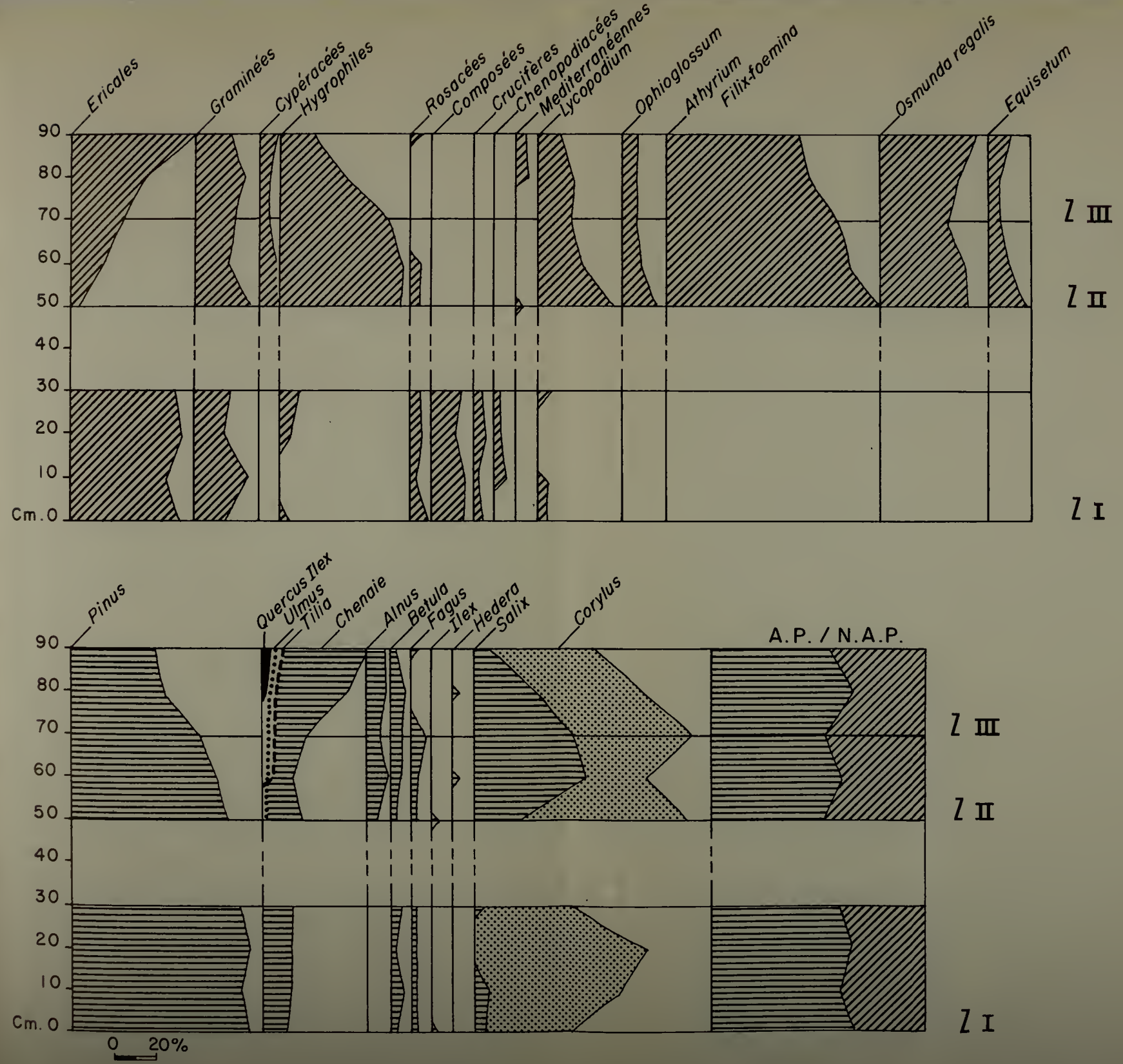


Pl. X – Le PIN-SEC – Diagramme 1 : niveaux 5, 7 et 9, essences arbustives – Diagramme 2 : niveaux 5, 7 et 9, essences herbacées.

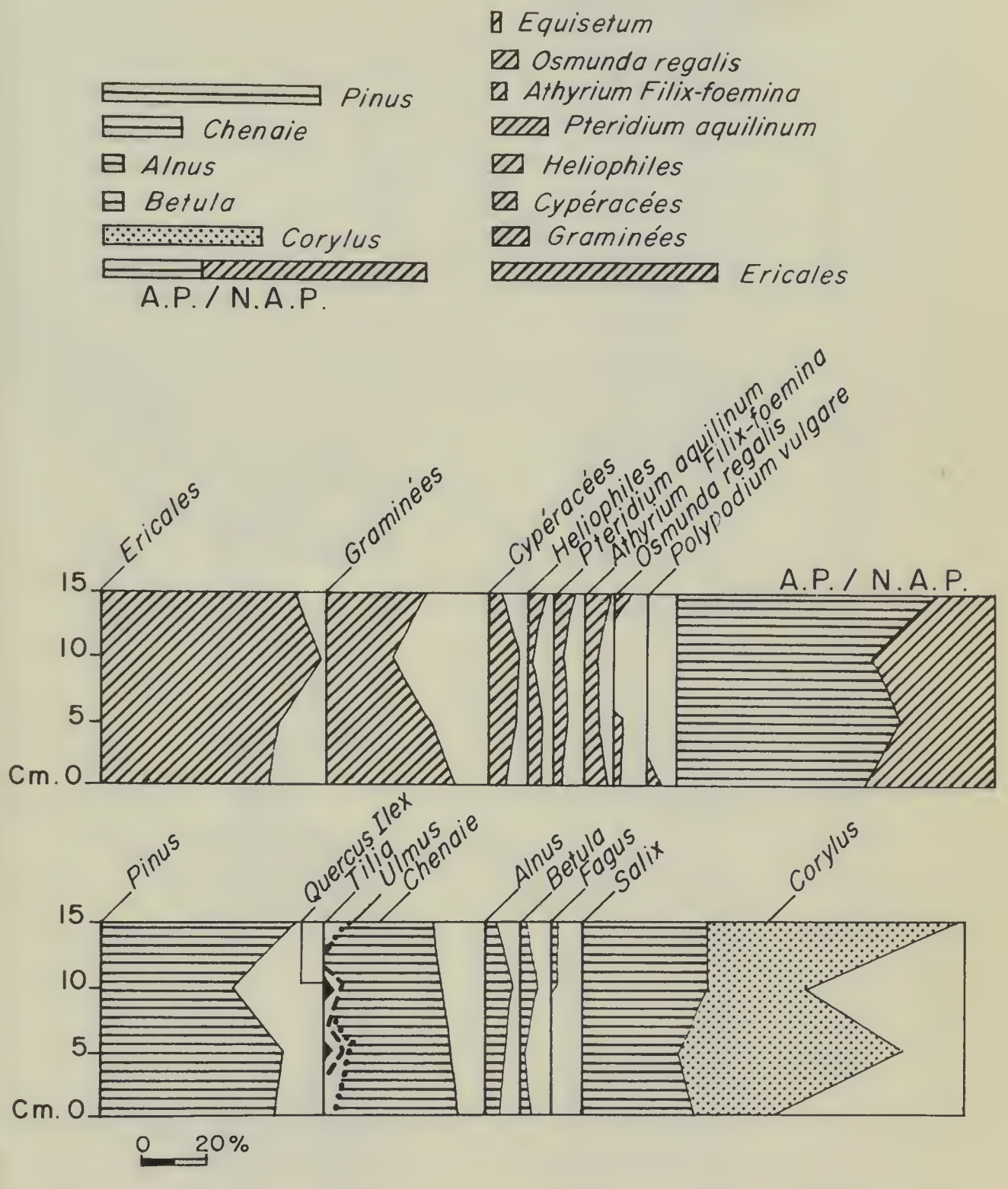




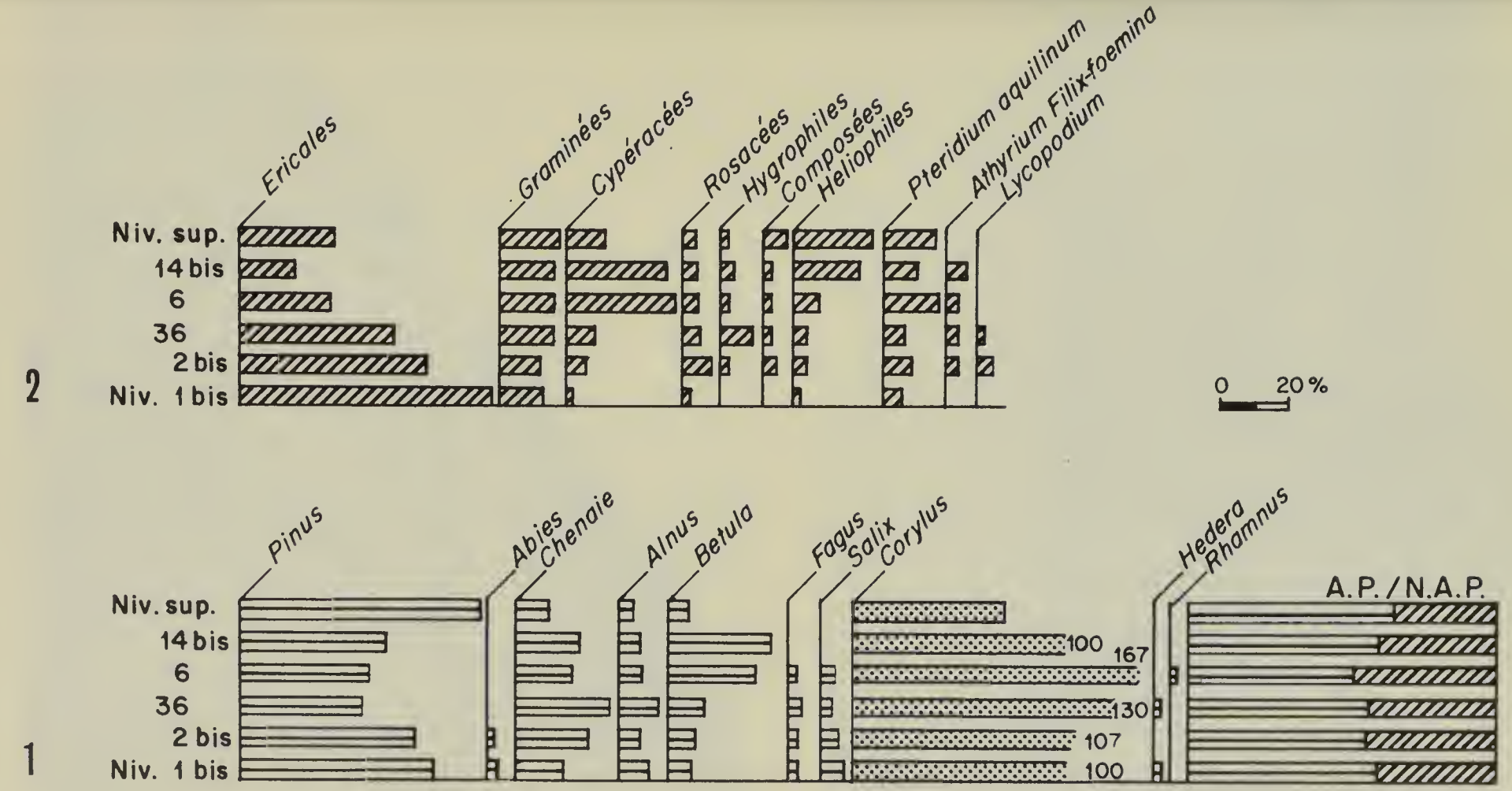
Pl. XI – Sud de CARCANS – Diagramme 1 : niveaux de base, essences arbustives – Diagramme 2 : niveaux de base, essences herbacées.



Pl. XII – LACANAU (Alexandre) – Diagramme 1 : niveaux de base, essences arbustives – Diagramme 2 : niveaux de base, essences herbacées.



PLXIII – LACANAU (Alexandre) – Diagramme 1 : niveau 6, essences arbustives – Diagramme 2 : niveau 6, essences herbacées – Diagramme 3 : niveau 8.



Pl. XIV – Le PYLA – Niveaux tourbeux et anciens sols de la grande dune : Diagramme 1 : essences arbustives – Diagramme 2 : essences herbacées.



Pl. XV – 1. La falaise du GURP – 2. La PINASSE.





I.VI – 1. Le PIN-SEC, ensemble de la coupe – 2. Littoral du Sud de CARCANS à l'Alexandre.

24 AUG 1910

Imprimerie C.R.D.P. Bordeaux

ME 101 **1964** Numéro 2

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE BORDEAUX

FONDÉE LE 25 JUIN 1818
et reconnue comme établissement d'utilité publique
par Ordonnance Royale du 15 juin 1828

ACTES

Hôtel des Sociétés Savantes
71, Rue du Loup
BORDEAUX

TOME 101 1964 No 2

ACTES de la SOCIÉTÉ LINNÉENNE de BORDEAUX

Étude minéralogique des principales formations détritiques du paléogène Aquitain

par

Alain RECHINIAC

Licencié ès sciences

26 AOUT 1970

INTRODUCTION

Les formations continentales du Paléogène aquitain ont donné lieu à des tentatives nombreuses et souvent contradictoires d'interprétations stratigraphiques et paléogéographiques.

Les dépôts détritiques et azoïques de la bordure nord-aquitaine en particulier, se prêtent très mal à une étude stratigraphique, car il est difficile d'y distinguer des passages latéraux, les rares coupes étant trop réduites et les affleurements trop localisés. Il semble pourtant que ces sédiments s'ennoient dans le Sud du Bassin d'Aquitaine sous d'importantes formations mollassiques, mais il n'a pas été possible jusqu'à ces dernières années d'en préciser l'extension.

Le présent travail a en partie pour but de reconnaître cette extension grâce, notamment, aux nombreux forages entrepris dans le Sud du Bassin par la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine.

En l'absence de faune dans ces formations, il était nécessaire de recourir à une étude sédimentologique, et plus particulièrement à celle des minéraux lourds. L'examen des ensembles minéralogiques contenus dans les sables tertiaires de la bordure Nord, devait en effet permettre de reconnaître non seulement les passages latéraux qui existent dans ces formations, mais aussi de relier ces sédiments aux horizons sableux azoïques rencontrés au cours des sondages. Il paraissait même possible d'avancer quelques hypothèses quant à la stratigraphie de ces ensembles détritiques.

La présente étude a été entreprise sur des échantillons de terrain, pour la zone comprise entre Barbezieux (Charente) et Montpazier (Dordogne) ; et sur des carottes et des cuttings provenant de forages pétroliers, pour la région comprise entre Auch et Pau. Nous avons été amenés à examiner successivement les formations détritiques issues de la région saintongeaise dite du Petit Angoumois, puis les "Sables du Périgord" et les dépôts "Sidérolithiques" de Dordogne : enfin les horizons sableux rencontrés sous la mollasse dans le Sud du Bassin par forage.

A la fin de chaque étude partielle, nous avons tenu à résumer les résultats obtenus et à exposer les conclusions que ces résultats nous suggèrent, leur groupement et leur confrontation amenant à un essai de synthèse paléogéographique, intéressant toutes les formations détritiques étudiées.

MÉTHODES DE TRAVAIL

Toutes les formations étudiées présentent un caractère meuble ou faiblement consolidé. Il s'agit très généralement de sables dont les éléments ont été séparés par une mise en suspension dans l'eau et un tamisage sous jet d'eau.

La quantité de sédiment utilisée a toujours été de 100 g pour les échantillons de terrain ; pour ceux en provenance des forages, nous avons opéré parfois sur 100 g mais plus souvent sur une quantité bien inférieure, car la masse des cuttings dont nous disposions était souvent bien inférieure à 50 g.

II. – PREPARATION DES ECHANTILLONS :

Le tamisage a été effectué sur un groupe de trois tamis N°s 28, 23 et 18 de la série A.F.N.O.R. Les silts et les argiles ont été ainsi éliminés et seuls furent conservés les grains détritiques supérieurs à 50 microns.

Les refus provenant de chaque tamis ont été traités à l'acide chlorhydrique bouillant lorsque le sédiment était ferrugineux, sinon à l'acide étendu et froid.

Nous avons donc obtenu par ce procédé trois fractions granulométriques :

– Une fraction "a", dont les éléments ont tous une taille supérieure à 000 microns, correspondant au refus du tamis 28.
– Une fraction "b", dont les éléments ont tous une taille comprise entre 000 et 160 microns, correspondant au refus du tamis 23.
– Une fraction "c", dont les particules ont toujours une taille comprise entre 630 et 50 microns, correspondant au refus du tamis 28.

III. – PROCEDES D'ETUDE DES ECHANTILLONS :

Après avoir séparé ces trois phases détritiques, nous avons étudié séparément les minéraux légers ($d < 2,89$) et les minéraux lourds ($d \geq 2,9$) isolés des premiers par la méthode de séparation classique au bromoforme ($d = 2,89$).

Seules les fractions "b" et "c" ont été utilisées pour cette séparation.

L'examen des minéraux a porté non seulement sur la nature mais aussi sur la forme et la fréquence des grains.

a)- Fraction légère : C'est uniquement la fraction "b" qui a fait l'objet de cette étude, car elle seule est favorable à un bon examen morphoscopique au stéréomicroscope des grains quartzeux. L'arrondi, la sphéricité et l'éclat ont été notés. En même temps, la nature des minéraux secondaires (tels que les feldspaths, les débris ligniteux) a été déterminée.

b)- Minéraux lourds : Les minéraux lourds provenant des fractions "b" et "c", furent montés à l'aide de baume de Canada entre lame et lamelle. Chaque fraction a été montée séparément sur trois lames différentes.

Puis les montages furent examinés tout d'abord au stéréomicroscope pour évaluer la nature et l'importance des minéraux opaques et pour préciser la morphoscopie des grains.

Le comptage des minéraux transparents a été effectué au microscope polarisant.

Au cours du montage sur la lame de verre, les minéraux ont tendance à se grouper par espèces minérales en zones plus ou moins concentriques. Aussi, pour éviter les erreurs, nous avons compté tous les grains transparents des trois lames de la fraction "b". Pour les éléments de la fraction "c", le mode opératoire a été un peu différent ; les grains sont trop nombreux pour être tous comptés, aussi, seuls les minéraux contenus dans le tiers médian de la lame ont été comptés. C'est en effet dans cette partie de la lame que le pourcentage calculé s'approche le plus du pourcentage réel.

Après comptage de tous les grains, nous avons établi pour chaque fraction le pourcentage de chacune des espèces minérales représentées, ensuite nous avons fait la moyenne des deux pourcentages ainsi obtenus. C'est cette moyenne qui représente l'importance du minéral considéré dans le cortège minéralogique et c'est elle qui est utilisée et reproduite dans les planches et les tableaux.

A notre avis, cette méthode de comptage et d'évaluation statistique est la seule méthode rapide qui permette de s'affranchir des fluctuations des pourcentages dues aux variations granulométriques du sédiment, et en même temps capable de fournir une représentation complète des espèces minérales contenues dans le cortège minéralogique.

Indice de vieillesse : Les espèces minérales sont diversement résistantes aux altérations chimiques et mécaniques, et il est possible de classer les minéraux lourds par ordre croissant ou décroissant de résistance.

Les actions mécaniques liées au transport du sédiment cassent les grains peu résistants en fragments plus petits, de ce fait le pourcentage des minéraux fragiles doit augmenter. Mais à partir d'une certaine taille qui se situe aux environs de la taille des plus fines particules de la fraction "c", les minéraux ne sont pratiquement plus fracturés.

Les actions chimiques liées aux conditions climatiques, décomposent et dissolvent les grains. Les minéraux les plus sensibles aux actions chimiques voient donc leur pourcentage diminuer et cette action agit sur tous les grains quelle que soit leur taille.

Dans le cas par exemple d'un minéral mécaniquement résistant mais chimiquement fragile, l'altération sera beaucoup plus rapide que celle d'un minéral chimiquement résistant mais mécaniquement fragile. Finalement, ce sont les actions chimiques qui contrôlent la fréquence du minéral dans le cortège.

En comparant l'importance des minéraux chimiquement résistants à celle des minéraux chimiquement fragiles, il est alors possible de reconnaître l'importance de l'altération climatique qui a agi sur le sédiment.

Trois espèces minéralogiques sont particulièrement résistantes, ce sont les tourmaliennes (t), les zircons (z) et les minéraux titanés (T). En faisant le rapport :

$$\frac{\%(t) + \%(z) + \%(T)}{\%\ \text{autres minéraux}} = I$$

nous obtenons un chiffre, nommé "Indice de Vieillesse" I du sédiment qui représentera l'importance de la dissolution chimique.

En ce qui concerne le Bassin d'Aquitaine, nous avons pu constater que les alluvions actuelles ont un indice de vieillesse très faible, inférieur à 0,3. Pour les sédiments côtiers actuels, cet indice n'est jamais supérieur à 0,8 (tabl. 2, p. 7), alors que les alluvions anciennes ont des indices voisins de 1,2. Pour les minéraux lourds issus des sédiments triasiques pyrénéens (alluvions du Lauribar), il est compris entre 1,5 et 4,5 (tabl. 3, p. 7). Ces chiffres ont été obtenus à partir des pourcentages calculés par Mlle Solange DUPLAIX dans sa thèse (12).

Actuellement comme au cours du Quaternaire, le climat n'est pas favorable à une profonde altération chimique du sédiment, aussi l'indice de vieillesse est-il faible. Par contre, au Trias où le climat chaud a longuement prévalu, l'altération a été plus importante et finalement l'indice I est plus élevé.

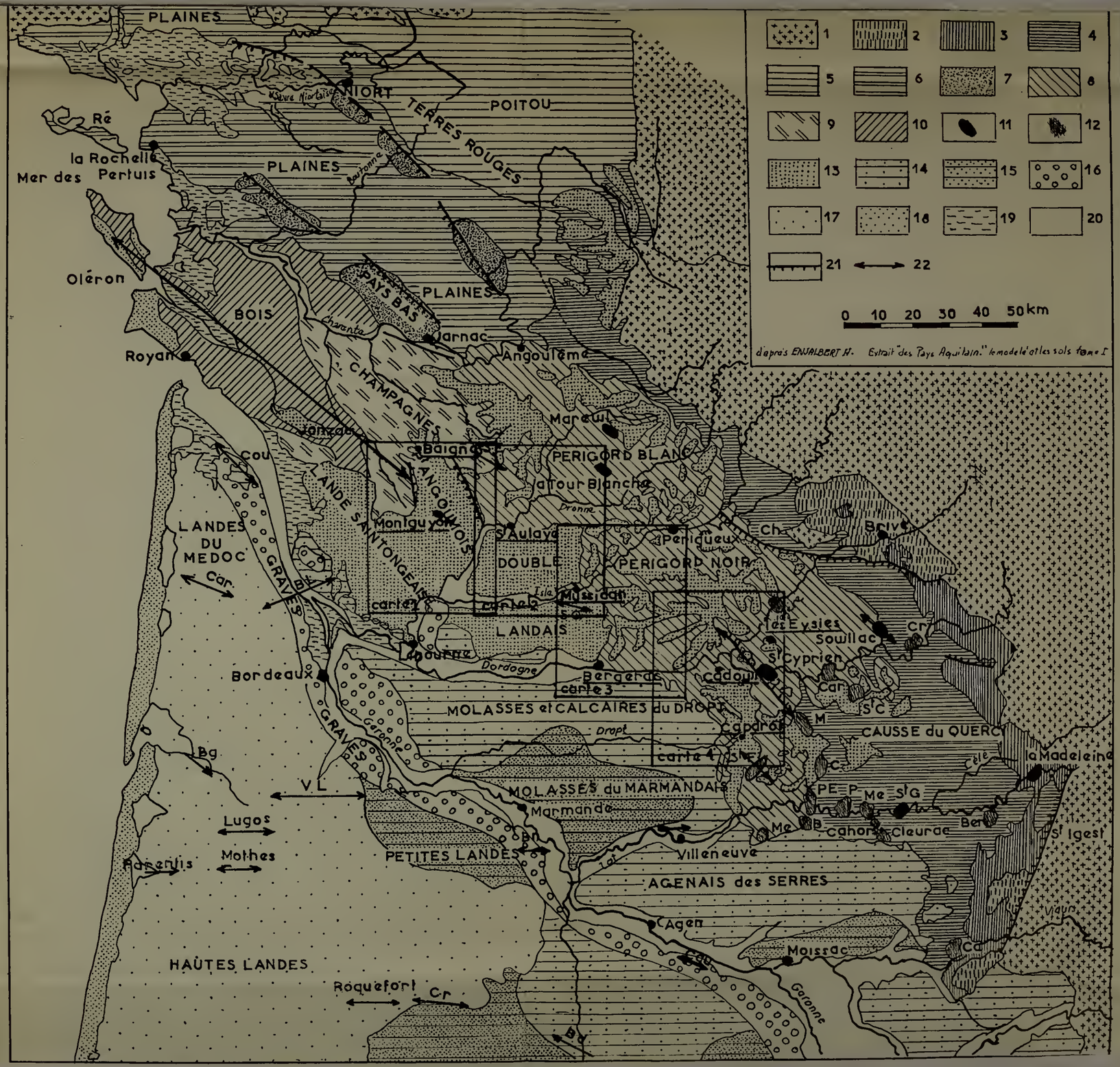
En utilisant cet indice au cours de notre étude, nous pourrons mettre en évidence les conditions climatiques qui ont présidé à la mise en place des dépôts, et distinguer par là même des provinces sédimentaires à indices de vieillesse différents et réunir par contre d'autres formations qui semblaient devoir être séparées.

Le Nord-Est Aquitain

Les pays sédimentaires

1 Massifs anciens
2 Bassin permien de Brive
3 Terrains marneux et calcaires du Lias
4 Calcaires Jurassiques (Causses du Quercy et du Périgord)
5 Calcaires Jurassiques (Terres Rouges)
6 Calcaires Jurassiques (Plaines des Charentes et du Bas-Poitou)
7 Pays-Bas Charentais
8 Coteaux calcaires crétacés du Périgord
9 Calcaires crétacés de la Champagne Charentaise
10 Calcaires crétacés à couverture détritique
11 Dômes jurassiques dans les pays crétacés, dômes permiens de la Madeleine
12 Dépressions sidérolithiques du Quercy et du Sarladais
13 Sidérolithique du Périgord, de la Double, de la Lande Saintongeaise
14 Molasses et calcaires tertiaires
15 Molasses tertiaires
16 Graves de la Moyenne-Garonne et du Bordelais
17 Sables des Landes
18 Dunes côtières
19 Marais côtiers
20 Alluvions anciennes et modernes de la Garonne, de la Dordogne
21 Failles et plis-failles
22 Axes anticlinaux profonds

Ch Chartres · Mo Montignac · Cr Creysse · Car Carsac · StC Saint-Cirq
M Mirmignac · C Cazals · PE Puy Lavêque · P Prayssac · Me Mercuès
St Ga Saint Géry · Ber Berganty · Ca Casals · B Le Boulvé · Ma Maurous
St F Saint-Front · Car Carsans · Cou Couquèques · BL Blaye-Listrac · VL Villagrains-Landiras
Bg Biganos · Cr Créon · Bd Bordères · Cau Caudecoste · Bn Bouglon



INDICE DE VIEILLESSE I

Sables des Landes
Alluvions actuelles de quelques cours d'eau du Bassin d'Aquitaine

Tableau 2

Lieu n° échantillon	Fragiles en %	Résistants en %	Résistants / Fragiles = I
Alluvions de l'Adour			
Souez	96	4	0,04
Megnon	96	4	0,04
St Paul les Dax	99	1	0,01
Candresse V22	97	3	0,03
V21	97	3	0,03
V19	97	3	0,03
V18	98	2	0,02
Aire sur Adour B85	94	6	0,06
B27	97	3	0,03
B26	95	5	0,05
Cazeres	98	2	0,02
Alluvions des Gaves			
Pau	98	2	0,02
Peyrehorade	98	2	0,02
Alluvions de la Nive			
St J.P. Port R94	97	3	0,03
R92	96	4	0,04
R90	98	2	0,02
Alluvions de la Garonne			
Bordeaux V82	87	13	0,15
V83	81	19	0,23
V84	87	13	0,15

Lieu n° de l'échantillon	Fragiles en %	Résistants en %	Résistants / Fragiles = I
Bordeaux V58	96	4	0,04
Alluvions de la Dordogne			
Ambes 1	95	5	0,05
2	92	8	0,02
3	95	5	0,05
4	97	3	0,03
Alluvions de l'Isle			
Coutras B59	18	82	4,5
Alluvions du Lauribar			
St Ie-Vieux R84	16	84	5,2
R86	48	52	1,1
Alluvions de la Nive			
Itxassou V2	85	15	0,18
R32	89	11	0,12
Sables des Landes			
Martignas B73	77	23	0,30
B72	58	42	0,73
Le Barp	57	43	0,75
Lamothe	73	27	0,37
Villandraut	61	39	0,64
Bazas	60	40	0,67
Labouheyre B82	80	20	0,40
Labrit	80	20	0,40
Morcenx	76	24	0,32

Fragiles : tous les minéraux lourds, sauf tourmalines, zircons, rutiles, anatases

Résistants : tourmalines, zircons, rutiles, anatases, brookites

INDICE DE VIEILLESSE I

Alluvions anciennes de quelques rivières du Bassin d'Aquitaine

Tableau 3

Lieu n° de l'échantillon	Fragiles en %	Résistants en %	Résistants / Fragiles = I
Terrasse de la Garonne			
Gurp R 61	79	21	0,26
R 60	73	27	0,37
Langon V94	77	23	0,30
Brannens V97	82	18	0,23
Terrasse de la Dordogne			
Plassac B 105	60	40	0,67
Nappe de Palengat			
Cieutat	32	68	2,1
Cayabere	78	22	0,28
Palengat	18	82	4,5
Nappe d'Espoey			
Espoey	99	1	0,01
Livrion	100	0	0,00
Hits	100	0	0,00
Nappe d'Ossun			
Bariest-Barra	99	1	0,01
Lourdes	99	1	0,01
Juillan	97	3	0,03
Nappe de Montaut			
Bénéjacq	98	2	0,02
Alluvions anciennes			
Duhort B 30	63	37	0,59
B 29	64	36	0,56
B 28	74	26	0,35
Grenade R 45	64	36	0,56
Grenade R 46	70	30	0,43
R 47	56	44	0,78
R 54	40	60	1,5
Hagetmau V 26	56	44	0,78
Cazalis V 27	63	37	0,59
Amou B 38	74	26	0,35
B 37	74	26	0,35
B 35	76	24	0,32
B 41	62	38	0,61
B 40	32	68	2,1
B 44	84	16	0,19
Meilhan V 38	63	37	0,59
Terrasse de la Nive			
Biarritz V 90	47	53	1,1
V 92	22	88	4
B 51	22	88	4
Bidart R 12	44	56	1,3
B 52	60	40	0,67
Biarritz B 49	28	82	2,9
B 10	68	32	0,47

Fragiles : Tous les minéraux lourds sauf les tourmalines, zircons, rutiles, anatases
Résistants : tourmalines, zircons, rutiles, anatase, brookites

CHAPITRE PREMIER

LA RÉGION CHARENTAISE

I. - APERÇU GEOMORPHOLOGIQUE (carte 1)

La partie méridionale des départements de la Charente et de la Charente-Maritime est recouverte d'importants placages de sables et argiles tertiaires. Ces formations recouvrent sur de larges superficies les calcaires marins du Crétacé, qui forment "une grande écharpe de direction Nord-Ouest-Sud-Est". (Ph. GLANGEAUD).

Ces épandages sablo-argileux coiffent le sommet des coteaux et portent des landes à bruyères et des forêts de pins et de châtaigniers. Un contraste d'ombre et de lumière s'établit dans le paysage entre cette végétation sombre et les taches claires des pentes calcaires et des vallées aux riches cultures de céréales et de vignes.

Sur les flancs des vallées, les phénomènes de solifluxion, la faible dureté des formations et la végétation s'opposent à l'existence d'affleurements naturels. Les seules coupes observées l'ont été dans des carrières.

A l'intérieur d'un périmètre passant par Barbezieux, Saint-Aigulin, Guîtres et Montendre, des entreprises exploitent comme matériau réfractaire les argiles kaoliniques contenues dans ces formations. Il existe ainsi dans le pays considéré un assez grand nombre de carrières dont les plus importantes se situent non loin de Montguyon, d'autres de moindre importance se rencontrant aux environs de Baignes.

Deux failles de direction Nord-Ouest-Sud-Est passant par Chevanceaux et Poulignac, encadrent le synclinal qui borde le flanc Sud-Est de l'anticlinal de Jonzac. Au centre de cette zone déprimée et allongée, les sables et les argiles tertiaires, rapportés au Sidérolithique, ont été conservés avec un maximum d'épaisseur au centre, c'est-à-dire dans la région de Montguyon.

Toutes les carrières échantillonnées ou visitées sont marquées sur le plan d'ensemble (carte 1) ; seules les plus représentatives et les plus complètes ont été étudiées en détail. Aucune de ces coupes n'atteint le Crétacé sous-jacent ;

toutes s'arrêtent au niveau de l'argile exploitable, ce fait, en l'absence du repère que constitue le mur crétacé empêche, des corrélations sûres.

Les coupes étudiées se répartissent géographiquement en deux groupes :

- Un premier groupe aux environs de Baignes ;
- Un deuxième groupe autour de Montguyon.

II. - CARRIERES DE LA REGION DE BAIGNES

1° - Carrière d'Oriolles

Cette exploitation possède le numéro 1 sur le plan régional (carte 1). Elle a pour coordonnées hectométriques relevées sur la carte d'Etat Major au 50.000e,

30 TYR 265275.

a)- Description lithologique (Pl. 1) :

C'est une cavité profonde d'environ huit mètres, elle présente la succession lithologique suivante :

de la base au sommet :

- Un banc d'argile blanche peu sableuse, tachée d'oxyde de fer et parsemée de grains pyriteux (GA 3605, épaisseur 2 m).
- Un lit d'argile ligniteuse (GA 3604, épaisseur 1 m).
- Des sables grossiers, noirs et pyriteux (GA 3603). Ces sables contiennent à leur base des troncs ligniteux couchés (épaisseur 50 cm).
- Des sables roux grossiers et micacés (GA 3602, épaisseur 3 m).
- Une couche de sables gris (GA 3601) forme la partie supérieure de la carrière.

b)- Etude morphoscopique des sables :

Les grains quartzeux des niveaux sableux sont en grande partie non usés. Certains grains prennent l'aspect émoussé et luisant. Il existe quelques quartz bipyramidés, très souvent chargés d'une inclusion charbonneuse ; les bords de la pyramide sont émoussés et les facettes picotées.

c)- Etude des minéraux lourds :

Dans tous les échantillons étudiés (Pl. 1), les minéraux résistants (rutiles, tourmalines, zircons) forment l'essentiel du cortège minéralogique (65 % et plus). L'andalousite (GA 3602) et le disthène (GA 3605) forment un deuxième groupe. La staurotide et le sphène n'apparaissent que comme des minéraux accessoires.

Cette prédominance des minéraux ubiquistes sur les minéraux réputés fragiles comme les disthènes, les andalousites et les staurotides, semble montrer que le cortège minéralogique a été appauvri sous l'influence des conditions

physico-chimiques de l'altération. La présence de tourmalines usées et corrodées sans forme cristalline, et de tourmalines prismatiques aux arêtes vives et à faces brillantes, indique probablement un mélange dans les apports détritiques. Un sédiment ancien a été repris et mélangé à des formations plus récemment formées. La présence des minéraux de métamorphisme réputés fragiles, comme l'andalousite et le disthène en assez fort pourcentage, semble d'ailleurs bien confirmer ce point de vue.

2° - Carrières de Touvérac (N° 2, carte 1)

De nombreuses mais petites exploitations d'argile réfractaire, très rapprochées les unes des autres, ont été ouvertes sur le territoire de la commune de Touvérac. L'une d'entre elles, de coordonnées hectométriques

30 TYR 190288

a été échantillonnée et étudiée.

a)- *Description lithologique :*

De la base au sommet, on trouve :

Des sables grossiers roux, légèrement argileux (GA 3613).
Une couche d'argile kaolinique blanche et grise. Elle fait place latéralement à des argiles bitumineuses brunes à odeur fétide (GA 3615, épaisseur de l'ensemble 3 m).
Des sables kaoliniques blancs, fins et moyens (GA 3614, épaisseur 4 m).
Une nappe de graviers et de sables quartzeux légèrement argileux recouvre l'ensemble (GA 3616).

b)- *Etude morphoscopique des sables :*

Tous les niveaux sableux contiennent une très forte proportion de grains quartzeux non usés, plus ou moins corrodés. Dans certains échantillons (GA 3614) les traces de corrosion sont remplies de kaolinite.

c)- *Etude des minéraux lourds (Pl. 3) :*

Lorsqu'on examine le cortège minéralogique intéressant tous ces échantillons, on constate qu'il est formé essentiellement de tourmalines, de zircons, de minéraux titanés et de disthènes. L'andalousite, le sphène et la staurotide parfois vermiculée, constituent les minéraux accessoires. Les cortèges minéralogiques des niveaux sableux des carrières voisines sont absolument comparables à ceux-ci et forment un ensemble minéralogique bien caractérisé. Les tourmalines apparaissent en éclats corrodés et usés, les formes prismatiques sont rares. Les disthènes sont également corrodés et déchiquetés, alors que les rutiles restent presque toujours subarrondis, plus ou moins excavés et tapissés de kaolinite.

La forme corrodée des grains permet de supposer une attaque profonde de l'éventail minéralogique par les agents de la dissolution chimique. Les grains n'ont pas été soumis à des actions mécaniques importantes puisque les quartz apparaissent non usés dans leur grande majorité.

C'est un cortège formé de minéraux ubiquistes, (principalement des tourmalines) qui ressemble beaucoup à celui reconnu dans le niveau inférieur de la carrière d'Oriolles (GA 3605).

3° – Carrière de Baignes (N° 3, carte 1)

Elle est située à 500 m au Nord-Ouest de la station de chemin de fer Baignes-Touvérac. Elle a le numéro 2 sur la carte régionale et ses coordonnées hectométriques sont :

30 TYR 175305.

a)– Description lithologique (Pl. 2) :

De la base au sommet on note :

- Une argile brune sableuse, micacée et ligniteuse (GA 3669). Elle cède la place d'une manière progressive à des argiles kaoliniques blanches de 5 m d'épaisseur.
- Des sables grossiers beiges et légèrement argileux comblent ou recouvrent des chenaux creusés dans l'assise argileuse sous-jacente (GA 3670). La partie supérieure de ces sables devient gris-cendre au niveau du sol de végétation. Epaisseur 2 m.

b)– Etude morphoscopique des sables :

Elle est en tout point comparable à celle de la carrière d'Oriolles et de Touvérac. Les grains émoussés et luisants, anguleux et subanguleux dominent largement. La muscovite est assez abondante dans tous les niveaux, notamment dans les niveaux inférieurs de la coupe.

c)– Etude des minéraux lourds (Pl. 2) :

La tourmaline à forme anguleuse et déchiquetée constitue l'essentiel du cortège. A la base comme au sommet de la carrière, le disthène à inclusions charbonneuses et de rutiles, et l'andalousite charbonneuse représentent les minéraux directeurs de deuxième importance (GA 3670-GA 3669). Les zircons et les minéraux titanés, les staurotides et les grenats ne dépassent pas 5 %.

Ainsi pendant le dépôt de ces sédiments, l'alimentation détritique est restée constante. A Baignes comme à Touvérac et à Oriolles, on y voit dominer les minéraux ubiquistes et principalement la tourmaline. Ici aussi, le sédiment d'origine métamorphique, comme le laisse supposer la présence du disthène et de l'andalousite, semble avoir été soumis à une dissolution chimique très intense.

III. – CARRIERES DE LA REGION DE MONTGUYON

Sur toutes les carrières échantillonnées ou visitées, seules les plus importantes au nombre de trois ont été retenues : ce sont celles de Tureau-Sauvine (marquée 4 sur la carte régionale 1), du Pont de Chierzac (5) et du Grand-Pineau (6).

1° - Carrière de Tureau-Sauvine (Tableau 4)

Le front de taille de cette exploitation coupe d'Est en Ouest le coteau sur une hauteur de 25 m. La couche argileuse exploitée, située à la base, se trouve là une altitude d'environ 55 m. Nous y avons effectué une coupe partant de la base et allant au sommet, orientée Nord-Sud.

a)- Description lithologique :

De la base au sommet, nous avons trouvé :

-- Une couche d'argile noire très ligniteuse, à troncs d'arbres couchés.
-- Une assise d'argile kaolinique blanche. Cette argile cède latéralement la place à un sable jaune-roux sur lequel repose parfois le kaolin. Des plaques ferrugineuses assez épaisses marquent le plan de contact argile/sable. Les dépôts des argiles semblent avoir comblé des chenaux à pentes assez raides ménagés dans ces sables.
-- Des sables jaunes et beiges, assez grossiers (épaisseur 8 m).
-- Une lentille d'argile sableuse à passées de sables argileux de dimension assez réduite. Son épaisseur est de 1,5 m.
-- Une épaisse série de sables et de graviers roux, mélangés à des galets d'argile grise sableuse. Disposés en stratification entrecroisée, les lits peuvent aider à préciser localement la direction des courants aqueux responsables du dépôt. Cette direction était pratiquement Nord-Sud, car la stratification entrecroisée se développe dans une direction Est-Ouest, disposition qui s'effectue orthogonalement à l'agent de transport (36). De minces lits kaoliniques roses, jaunes ou marrons, alternent avec des lits plus grossiers (épaisseur 12 m).
— Au sommet de la carrière, deux mètres de sables gris et marron clair constituent le sol de végétation.

b)- Etude morphoscopique des sables :

Nous rencontrons ici aussi de nombreux grains non usés. Leur surface est néanmoins striée de nombreux canaux dont le fond est tapissé d'un conduit blanchâtre, qui semble être du kaolin ou bien des feldspaths très altérés. Certains éléments sont recouverts d'un enduit ferrugineux. La muscovite est abondante et les feldspaths, d'ailleurs très altérés, sont extrêmement rares ; ils n'existent que dans les niveaux supérieurs de la carrière.

c)- Etude des minéraux lourds (Pl. 4 et Pl. 5) :

Comme nous l'avons déjà remarqué pour la carrière de Touvérac, le cortège des minéraux résistants : tourmalines, rutiles, anatases, brookites et zircons, forme avec le disthène les deux groupes principaux de l'éventail minéralogique. Les minéraux secondaires restent les mêmes : andalousites, sphènes et staurotides.

Cette similitude du cortège minéralogique jointe à l'orientation de la stratification entrecroisée, semble suggérer un apport détritique de direction locale Nord-Sud.

2° – Carrière du Pont de Chierzac (Tableau 5)

Cette carrière de 17 m de profondeur, numérotée 5 sur la carte régionale, est située à 1 km au Sud de la carrière précédente.

a)– Description lithologique :

La lithologie de cette coupe est dans une large mesure comparable à celle de la carrière de Tureau-Sauvine.

La présence d'une épaisse série argileuse et ligniteuse à la base, à pendage Sud accusé, lui confère un caractère tout particulier.

De la base au sommet, on note :

- Des sables gris et roux, graveleux, disposés sans stratification évidente ; l'affleurement est faible et les coulées de solifluxion le recouvrent en partie. Un banc d'argile noire ligniteuse et bitumineuse avec des intercalations de troncs ligniteux, couchés sans ordre et incrustés de rognons de marcassite (Epaisseur 1,50 m).
- Un banc d'argile kaolinique blanche, au toucher savonneux. A la partie supérieure, cette argile devient rose ou rougeâtre. Une interdigitation latérale des niveaux d'argile noire et blanche, vient compliquer la disposition. L'ensemble accuse une puissance de 5 m.

Les deux bancs argileux précédents plongent vers le Sud-Est avec un pendage d'environ 20°.

- Un cordon de sables et graviers quartzeux à gros galets sépare les formations précédentes d'une massive assise de sables grossiers, jaunâtres. L'ensemble sans stratification apparente est assez bien classé et fortement micacé. Epaisseur 4 m.
- Une lentille d'argile sableuse, grise, est encastrée dans l'horizon précédent. Cette lentille s'amincit rapidement et se termine par un cordon de graviers quartzeux et de galets d'argile sableuse.
- Un banc constitué de sables et de graviers quartzeux roux, de galets d'argile sableuse, repose en stratification entrecroisée, semblant indiquer ici aussi une direction sensiblement Nord-Sud des courants. Epaisseur 5 m.
- Enfin un lit de graviers quartzeux marque la séparation entre ces dépôts et le sol sableux actuel.

b)– Etude morphoscopique des sables :

Dans tous les échantillons, les grains quartzeux non usés noient les quelques ronds mats ou émoussés luisants et les rares débris de feldspaths usés et corrodés. La muscovite partout présente est particulièrement abondante dans certains échantillons (GA 3651).

Dans les niveaux sables, les quartz pyramidés provenant peut-être des migmatites (?), apparaissent usés et corrodés.

c)– Etude des minéraux lourds (Pl. 5) :

Nous retrouvons ici aussi l'éventail minéralogique des échantillons de Touvérac et de Tureau-Sauvine (Pl. 3 et 4). Tourmalines, rutiles, zircons, disthènes constituent l'essentiel du cortège.

Les disthènes des ensembles lithologiques 3, 4 et 5 (tableau 5) possèdent souvent des inclusions de rutiles alors que les disthènes des niveaux inférieurs en possèdent peu. La tourmaline prismatique ou cassée, de couleur brune, est très abondante, quelques grains bleus semblent issus des pegmatites (45).

La tourmaline représente l'élément dominant du cortège. Zircons, rutiles et disthènes forment un deuxième groupe. Quant aux andalousites, staurotides, sillimanites et même grenats, ils n'existent qu'en très faibles pourcentages.

Le pourcentage élevé et l'usure des minéraux ubiquistes suggèrent une altération assez importante du stock détritique. Les "indices de vieillesse" des différents niveaux (tableau 7), supérieurs à 2, mettent en évidence la disparition des minéraux fragiles probablement détruits par des eaux agressives. Pourtant, la présence de disthènes à inclusions de rutiles dans l'ensemble lithologique 4, permet de supposer un apport de matériel "neuf" non négligeable.

d)– Origine et mode de formation :

La direction de la stratification entrecroisée permet de supposer ici aussi une direction des courants liquides dans cette zone, orientée du Nord vers le Sud. L'ensemble des sédiments de la coupe du Pont de Chierzac appartiendrait donc à la province minéralogique de la région de Baignes et de Tureau-Sauvine, les minéraux lourds étant issus de la même source.

En examinant les diverses coupes lithologiques des carrières de Tureau-Sauvine et du Pont de Chierzac, distantes l'une de l'autre d'environ 1 km (tableaux 4 et 5), nous pouvons remarquer qu'il existe une différence d'altitude de 12 m entre les niveaux d'argile ligniteuse de ces deux exploitations. L'accident tectonique mis en évidence au Pont de Chierzac peut être considéré comme responsable de cette différence d'altitude. En effet, à la base de la carrière du Pont de Chierzac, l'ensemble des couches argileuses et ligniteuses accuse un pendage de 20° vers le Sud-Est. Aussi, la couche de kaolin exploitable doit-elle s'enfoncer vers le Sud (ce qui est confirmé au cours de l'exploitation par les carrières) et se relever vers le Nord, ce qui semble prouvé, puisqu'à Tureau-Sauvine les mêmes horizons sont à 55 m d'altitude au lieu de 43 comme au Pont de Chierzac.

Les formations sableuses sus-jacentes ne semblent pas avoir participé au mouvement. Elles reposent en effet sur une surface argileuse fortement érodée et il existe entre les sables et les argiles une sorte de conglomérat constitué de graviers et granules quartzeux et de gros galets argileux empruntés au substratum. L'effort tectonique se serait donc produit avant le dépôt des détritiques grossiers ramenant brutalement sur un sédiment très fin une sédimentation sableuse.

3° – Carrière du Grand-Pineau (Tableau 6)

Cette exploitation est située sur la commune du Fouilloux. Elle entaille les sédiments sidérolithiques sur une hauteur de 35 m.

a)– Description lithologique :

De la base au sommet, on rencontre :

- Un sable jaune, micacé et granuleux. Ce niveau est issu du sommet de l'exploitation. Il a été artificiellement étalé au fond de la carrière par les carriers afin de disposer d'un sol sec et non boueux.
- Un lit d'argile ligniteuse noire et grise, au toucher savonneux et à odeur fétide émerge de quelques centimètres au-dessus de la couche sableuse précédente.
- Une couche d'argile kaolinique blanche, douce au toucher, de 7 à 9 m de puissance.
- Un niveau de gravier quartzeux repose probablement sur une surface érodée, creusée dans l'argile (Epaisseur 20 cm).
- Une épaisse nappe de sables et de graviers disposés en lits parallèles et horizontaux. De couleur beige, ces formations se détachent en clair sous les sédiments supérieurs plus foncés. Il existe dans ces dépôts graveleux, outre des paillettes de micas, de petits granules et graviers d'argile blanche ou grise. Le toit de cette série détritique est constitué d'une assise de sables moyens gris clair, bien classés. La puissance de ces formations est d'environ 7 m.
- Une lentille d'argile sableuse, grise et micacée, se trouve engagée en partie dans le niveau précédent. Elle passe latéralement à un lit de graviers quartzeux et de galets d'argile sableuse (Epaisseur 3 m).
- Une dizaine de mètres de sables grossiers rouges et de graviers, disposés en stratification entrecroisée, recouvre l'argile sableuse. *Des feldspaths de grosseur variable, plus ou moins altérés se rencontrent en assez grande abondance.* Les galets d'argile sableuse et micacée y sont nombreux.

La disposition de cette structure sédimentaire observée le long du front de taille, dans un plan vertical orienté Nord-Sud, semble indiquer l'existence au niveau de ces sables, d'un courant de dépôt orienté pratiquement dans la direction Est-Ouest.

- Enfin un niveau d'argile grise et verte sépare ces sables feldspathiques du sommet de la carrière, formé de sables graveleux gris, micacés, à quelques intercalations d'argile grise ou marron.

b)– Etude morphoscopique des sables :

Le morphoscopie confirme le caractère fluviatile de ces formations, caractère déjà mis en évidence par l'analyse des structures sédimentaires.

Parmi les grains quartzeux non usés, on remarque quelques très rares éléments ronds mats, quelques émoussés luisants plus ou moins picotés et corrodés et quelques quartz d'origine granulitique.

Les feldspaths assez nombreux dans les niveaux supérieurs (ensemble 5), sont profondément transformés et présentent un aspect blanchâtre. Seule l'étude aux rayons X et en lames minces a permis de caractériser ces feldspaths. Ce sont des feldspaths pertitiques dont l'origine peut être recherchée dans les granites porphyroïdes.

La muscovite est abondante dans tous les horizons.

c)- Etude des minéraux lourds (Pl. 6) :

L'étude comparative des assemblages de minéraux lourds met en évidence une différence minéralogique entre les horizons inférieurs de la carrière (ensembles 1 et 2) et la partie terminale de celle-ci (ensembles 5 et 6).

Les espèces minérales restent pratiquement les mêmes de bas en haut, mais les pourcentages de certaines d'entre elles, notamment du disthène et de la staurotide, varient dans d'assez larges proportions.

Dans les ensembles 5 et 6 nous avons rencontré des disthènes à extinction droite ou légèrement inclinée, ayant la forme de bâtonnets épais. La staurotide vermiculée est présente dans tous les niveaux.

Le sédiment (GA 3620) prélevé au fond de la carrière correspond au sable étalé par les carriers. Le cortège minéralogique de cet horizon ne sera pas pris en considération.

Les ensembles 2 et 3 de la coupe lithologique présentent un cortège comparable à celui des échantillons de Touvérac, de Tureau-Sauvine et du Pont de Chierzac. Les tourmalines, les zircons et les minéraux titanés occupent les premières places du cortège minéralogique, puis viennent les disthènes, enfin les andalousites, les staurotides et les zircons forment l'ensemble des minéraux accessoires.

Dans tous ces niveaux, les grains apparaissent comme remaniés et corrodés, mettant en évidence l'importance des phénomènes de la dissolution chimique.

Les ensembles supérieurs (5 et 6) de la coupe lithologique montrent un cortège minéralogique riche en disthènes et en tourmalines. Les staurotides constituent les minéraux du deuxième groupe, alors que les rutiles et les zircons se placent maintenant dans l'ensemble minéralogique de troisième ordre avec les andalousites et les sphènes.

Nous voyons donc deux ensembles minéralogiques s'individualiser dans la succession verticale des dépôts de cette carrière. Ce changement se manifeste par une variation dans le rapport des pourcentages des minéraux fragiles et de ceux des minéraux résistants : les "indices de vieillesse" de ces minéraux (tableau 8) montrent en effet que les niveaux inférieurs de la carrière (GA 3622 à GA 3624) sont plus riches en minéraux résistants ($I \neq 2,5$) que les niveaux supérieurs (GA 3625 à GA 3627) où abondent les minéraux fragiles ($I \neq 1$).

L'ensemble minéralogique inférieur, riche en minéraux résistants, est comparable à ceux de la région de Baignes et de Clérac.

Cette similitude de cortège permet de considérer les formations de la base de la carrière du Fouilloux comme appartenant à la même province minéralogique et au même ensemble sédimentaire que les formations étudiées à Clérac, Touvérac, Baignes et Oriolles. Ces sédiments pourraient donc être synchrones.

En ce qui concerne les niveaux supérieurs de la carrière, nous avons trouvé une nette variation de l'ensemble minéralogique. Les disthènes y sont nombreux ainsi que les staurotides, ce dernier minéral différencie assez nettement les cortèges minéralogiques des horizons supérieurs et inférieurs de la carrière. Cette dissemblance se retrouve d'ailleurs dans le sédiment : la présence de granules et graviers feldspathiques, l'apparition de la stratification entrecroisée et la coloration rousse des sédiments supérieurs tranchent avec l'absence de feldspaths, avec la stratification horizontale et la coloration plus claire des niveaux inférieurs. L'abondance des minéraux lourds réputés fragiles au sommet de la carrière indique probablement une accentuation de l'érosion des massifs cristallins, mais témoigne également d'une altération chimique peu développée, liée probablement à la "jeunesse" du sédiment.

Le cortège minéralogique souligne parfois la reprise des sédiments sous-jacents (GA 3624). Les disthènes et les staurotides peuvent être en pourcentages faibles alors que les rutiles et surtout les tourmalines accusent une hausse sensible, témoignage d'un apport minéralogique provenant de formations identiques aux sédiments de l'ensemble lithologique 3. Les galets d'argile grise et blanche, nombreux dans les horizons inférieurs de l'ensemble lithologique 5, et plus rares au sommet, semblent confirmer cette hypothèse.

IV. - GENESE DES FORMATIONS SIDEROLITHIQUES CHARENTAISES

Les nombreuses observations réalisées dans cette région vont nous permettre de préciser l'origine et le mode de sédimentation des dépôts.

Il nous sera également possible de déterminer les influences physico-chimiques contemporaines ou postérieures à la mise en place de ces formations.

Il nous a semblé logique de réunir ces dépôts dans une même province sédimentaire, car non seulement le cortège minéralogique reste le même pour tous les sédiments étudiés, mais la succession lithologique verticale de ces ensembles détritiques est la même sur toutes les coupes.

1° - La base est toujours marquée par un banc d'argile kaolinique bitumeuse. Un lit de troncs d'arbres couchés, renfermant des rognons de marcassite s'y trouve régulièrement intercalé. Ces argiles brunes ou noires passent verticalement et d'une manière insensible à des argiles kaoliniques grises de plus en plus

claires et finalement blanches accumulées sur de très fortes épaisseurs. La présence de marcassite et la disparition progressive des débris organiques au cours de la sédimentation argileuse montrent que ces formations n'ont pas été reprises par la suite et se sont déposées en milieu acide et réducteur.

2° – Une surface d'érosion comblée par des dépôts de graviers quartzeux et de galets argileux marque le toit de la couche argileuse. Une sédimentation grossière à sables argileux et limoniteux disposés en stratification entrecroisée ou en lits parallèles et horizontaux (Fouilloux), fossilise l'ensemble. A la période de sédimentation des argiles, effectuée en milieu calme, fait brutalement suite une période de sédimentation sableuse, réalisée au contraire en milieu agité. Il est possible de voir, dans cette succession de phénomènes, l'effet d'une variation du lit d'un cours d'eau ou de mouvements tectoniques.

La présence de sables limoniteux indique que des courants rapides ont ravinné, en avant de ces dépôts, des sols plus ou moins latéritisés (37). L'étude statistique de l'orientation des stratifications entrecroisées des carrières visitées, fait apparaître une direction dominante, sensiblement Nord-Sud, des courants compétents, aussi bien à Clérac, Touvérac ou Montguyon.

3° – Cette nappe alluviale est toujours surmontée dans la région de Montguyon d'une lentille d'argile sableuse. Au point de vue granulométrique, il y a passage brusque des sables sous-jacents à l'argile sableuse. Cette lentille se termine latéralement par un cordon de graviers quartzeux et de galets d'argile sableuse empruntée très probablement aux bancs argileux sous-jacents.

4° – Des lits de graviers limoniteux et de galets d'argile sableuse recouvrent en stratification entrecroisée la lentille argileuse. Ici aussi statistiquement, l'orientation de ces stratifications entrecroisées semble définir une direction sensiblement Nord-Sud des courants.

5° – Seuls les niveaux supérieurs de la carrière du Fouilloux permettent de supposer une direction sensiblement Est-Ouest des courants ; ce fait mérite d'être retenu car il correspond par ailleurs à une modification du cortège minéralogique et à une apparition des feldspaths dans les sédiments.

Sur tous les niveaux examinés, l'important pourcentage des grains quartzeux non usés (supérieurs à 95 %) montre qu'ils proviennent vraisemblablement de l'altération des massifs cristallins et cristallophyliens et non d'une altération des calcaires sous-jacents comme on pourrait le supposer. Si cette altération a eu lieu, elle peut être considérée comme peu importante, compte tenu de la masse des roches métamorphiques désagrégées.

Ces sédiments ont probablement subi une "forte altération chimique dans un sol persistant sous un climat chaud" car les feldspaths sont absents (sauf dans les niveaux supérieurs du Fouilloux) et on ne trouve que des graviers ou des galets quartzeux et des grains sableux corrodés et rongés.

Les variations locales du réseau hydrographique ont démantelé et érodé les anciens sols latéritiques ne laissant en témoignage que la limonite.

Cependant les niveaux supérieurs de la coupe du Grand-Pineau au Fouilloux sont riches en feldspaths ; le sédiment n'a donc pas été soumis, pendant ou après le dépôt, aux altérations chimiques précédentes. L'érosion mécanique a donc pris le pas sur l'érosion chimique. Néanmoins, la présence de limonite et de quartz corrodés indique un mélange entre un sol repris et des sédiments "neufs" riches en feldspaths.

Les quartz bipyramidés, aux faces usées et aux arêtes émoussées, peuvent appartenir aux "roches de bordure des massifs granitiques" (L. MORET) : granulites, microgranulites ou granites à muscovite.

Grâce aux minéraux lourds, il est possible de préciser l'origine première de ces ensembles détritiques.

L'alluvionnement centralien est manifeste : les disthènes sont assez abondants dans un cortège minéralogique où la tourmaline d'abord, le zircon et les minéraux titanés ensuite, tiennent la première place. Le faible pourcentage des staurotides ne masque pourtant pas la présence de sa variété vermiculée, trouvée en place dans les micaschistes du Massif Central (M. TERMIER) et caractéristique, tout comme le disthène (pour M.A. VATAN (45)), de ce massif.

Ce serait donc en partie la zone des micaschistes inférieurs et des gneiss supérieurs, contenant seuls des disthènes, qui aurait été la plus largement érodée.

Le fort pourcentage de minéraux ubiquistes (tourmalines, zircons, rutiles) semble bien confirmer l'existence d'une dissolution chimique du stock détritique. L'hypothèse d'une altération des massifs granitiques est confirmée par la présence de tourmalines bleues issues des pegmatites (45) et des feldspaths issus des granites porphyroïdes.

Les latosols responsables de cette altération chimique ont été repris et détruits ensuite par des eaux courantes, ce qui nous permet de penser que la destruction chimique prépondérante est antérieure à la formation du stock détritique.

Au point de vue minéralogique, les niveaux supérieurs de la coupe du Grand-Pineau sont, comme nous l'avons vu, un peu différents. Ils montrent un cortège riche en minéraux de métamorphisme réputés fragiles (disthènes et staurotides). Les espèces minérales résistantes sont peu abondantes, ce qui semble bien indiquer un changement, dans les conditions physico-chimiques, responsable de l'altération des sédiments.

Si nous examinons les "indices de vieillesse" de toutes ces formations (tableaux 7 et 8), nous constatons que les indices sont toujours supérieurs à 1 et très souvent même, supérieurs à 2 pour les sédiments du Sidérolithique charentais. Ils sont en cela comparables aux alluvions du Lauribar, issues du Trias

yrénéen ; seuls les horizons supérieurs riches en feldspaths, de la coupe du rand-Pineau, ont des indices inférieurs à 1 ou très légèrement supérieurs, omparables aux indices des alluvions anciennes des terrasses de Grenade et 'Amou. Ce changement dans le rapport des minéraux fragiles aux minéraux ré-istants de ces deux ensembles minéralogiques superposés, confirme bien le syn-hronisme des dépôts des niveaux moyens de la carrière du Fouilloux et de l'en-emble des niveaux des coupes de Clérac, Touvérac et Baignes.

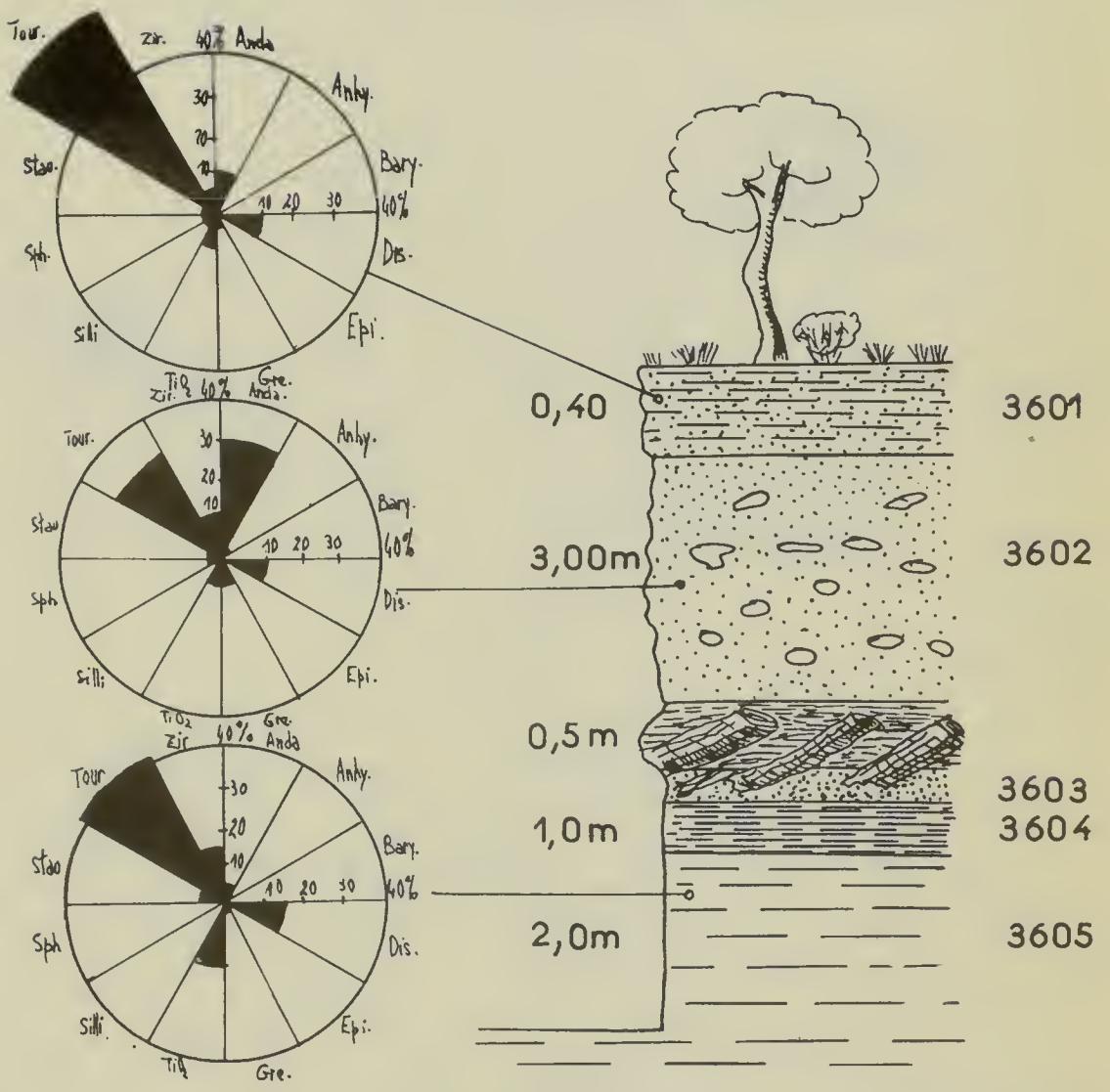
Il semble alors possible de relier tous ces faits de la manière suivante :

oumise à un climat chaud, la zone des gneiss, des micaschistes, des granu-tes et des pegmatites du Massif Central est largement altérée. Des sols laté-itiques se forment. Les cours d'eau éogènes ravinent et lessivent par la suite es formations ; les eaux acides appauvrissent ces sols, ne respectant que la ilice. Les sédiments riches en limonite s'étalent dans une zone de piedmont sous action des cours d'eau de direction locale, sensiblement Nord-Sud, en ce qui oncerne la zone étudiée. Ces fleuves devaient cependant changer fréquemment de ours à la suite des variations de leurs niveaux de base, dues à des mouvements ectoniques ou plus probablement aux fleuves eux-mêmes qui, exhaussant progres-ivement leur lit, coulaient au-dessus de leur plaine basse, noyant cette dernière ors des inondations et changeant de cours. Dans ces conditions, des lacs se for-aient et les particules argileuses peuvent se décanter, en submergeant les débris égétaux témoins à la fois de l'inondation du pays, et de la divagation du fleuve. es brutales variations des lits fluviaux ramènent ainsi en un même point, tantôt ne sédimentation calme, tantôt une sédimentation active qui érode en partie et blitère les formations sous-jacentes. De cette activité témoigne plus particulière-ent l'existence de chenaux à pentes raides, comblés par les argiles.

Puis la zone d'étalement des dépôts se modifie. Elle gagne l'Est en laissant s horizons lessivés de la région de Touvérac et de Baignes sans couverture protection. La direction d'alluvionnement, sans changer dans ses grandes li-aes, varie cependant localement pour apparaître cette fois orientée sensiblement st-Ouest. Les formations sous-jacentes sont plus ou moins remaniées et mélan-ées à un matériel "neuf". Ce dernier moins profondément altéré, témoigne de nditions climatiques moins agressives.

Le changement observé sur les niveaux supérieurs de la carrière du Grand-neau marque l'extrémité Ouest d'une nouvelle province minéralogique dont nous trouverons les caractères spécifiques dans les régions de la Double et du ndais.

CARRIERE D'ORIOLLE

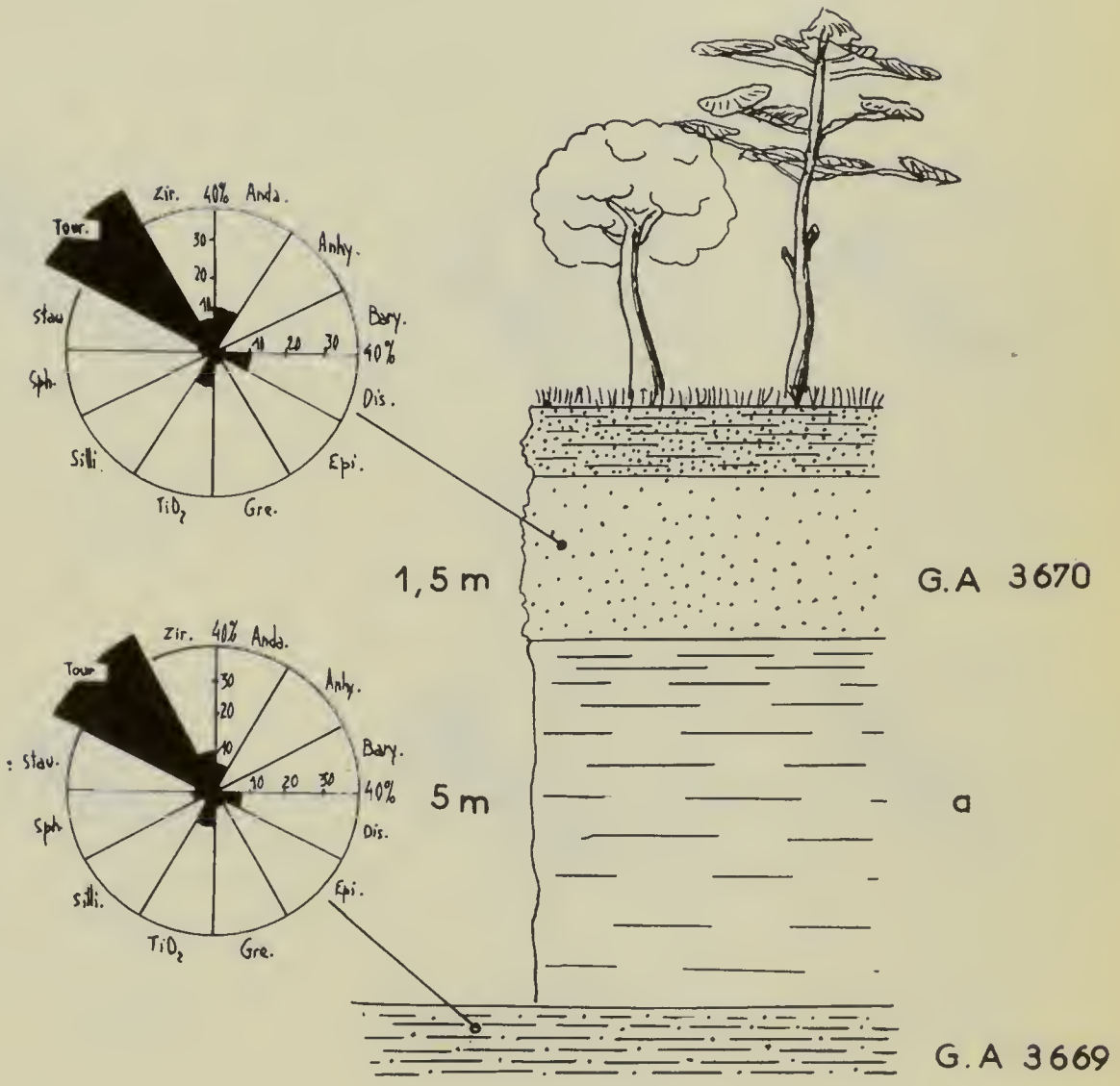


MINERAUX LOURDS-COUPE LITHOLOGIQUE

3601	Formation supérieure
3602	Sable roux à graviers, galets et silex
3603	Sable noir à troncs ligniteux et pyriteux
3604	Argile noire bitumineuse
3605	Argile blanche kaolinique

Planche 1

CARRIERE DE BAIGNES



G.A 3670 Sable graveleux beige

a Argile blanche

G.A 3669 Argile brune sableuse et lignitеuse

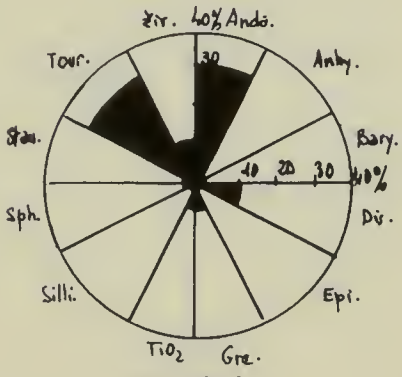
Planche 2

MINERAUX LOURDS

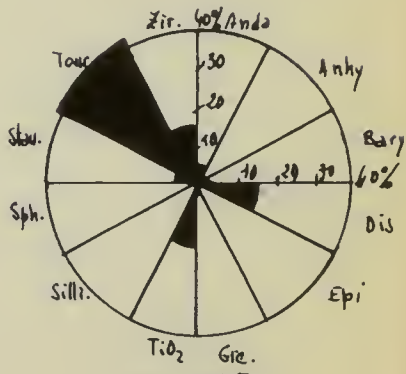
Planche 3 Diagrammes circulaires des pourcentages



QA 3601

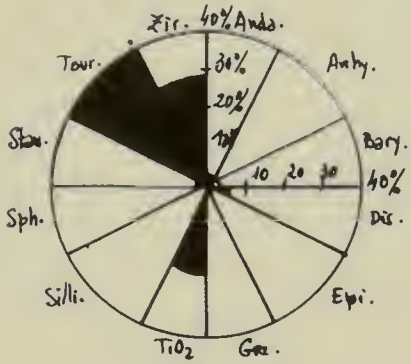


QA3602

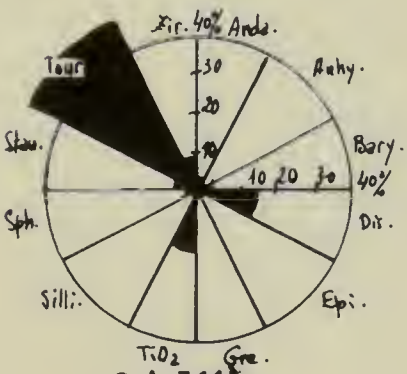


GA 3605

ORIOLLES



QA 3613



GA 3614



GA3615

TOUVERAC

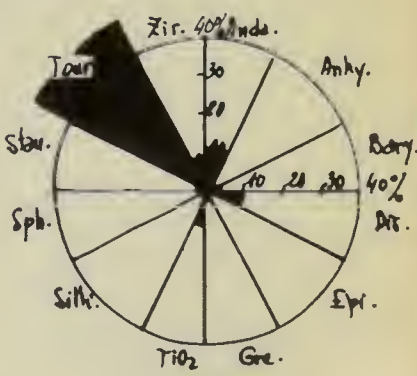


GA3616

TOUVERAC



GA3669



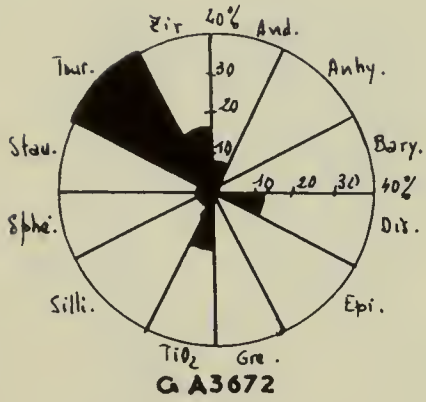
GA3678

BAIGNES

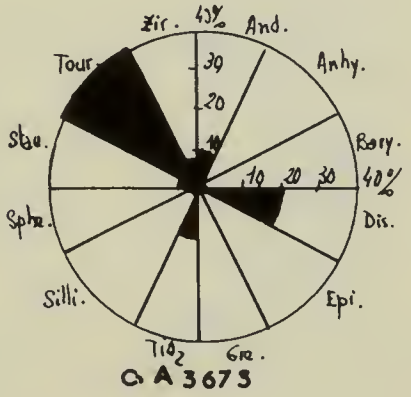
MINERAUX LOURDS

Planche 4 Diagrammes circulaires des pourcentages

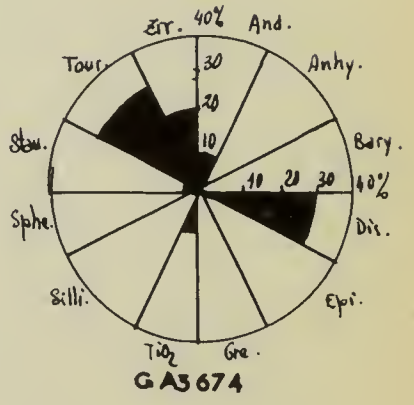
Carrière de TUREAU-SAUVINE



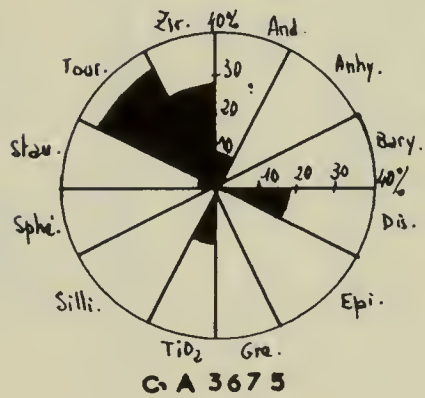
GA3672



GA3673



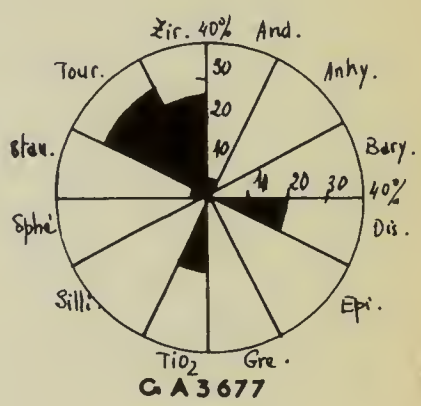
GA3674



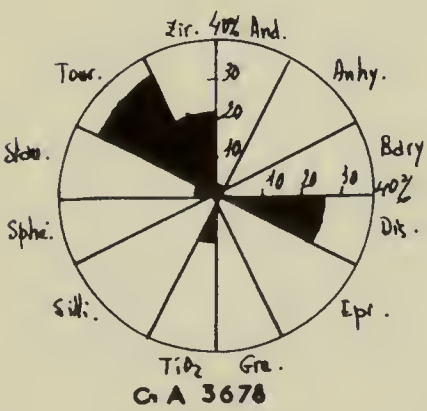
GA3675



GA3676



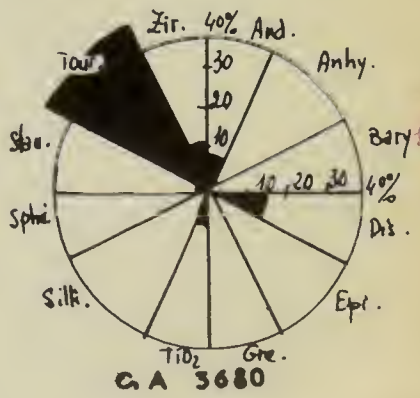
GA3677



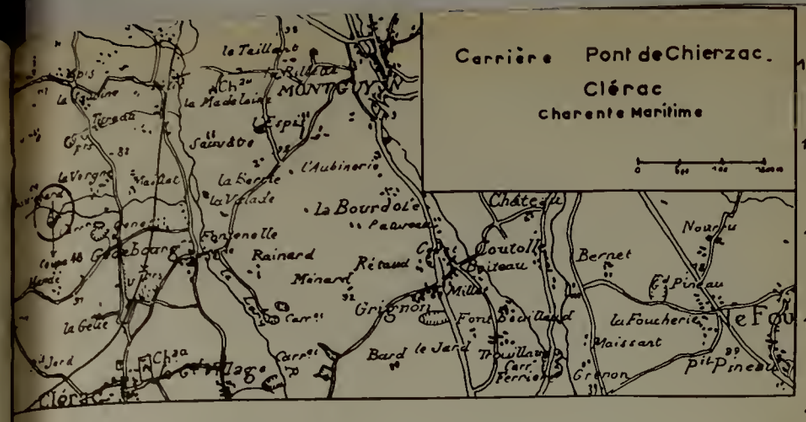
GA3678

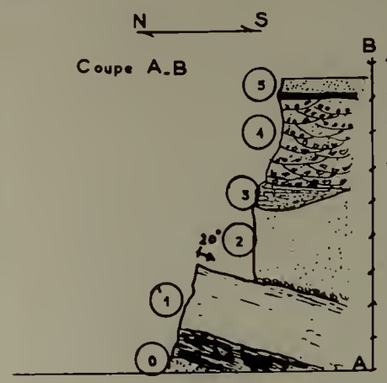


GA3679

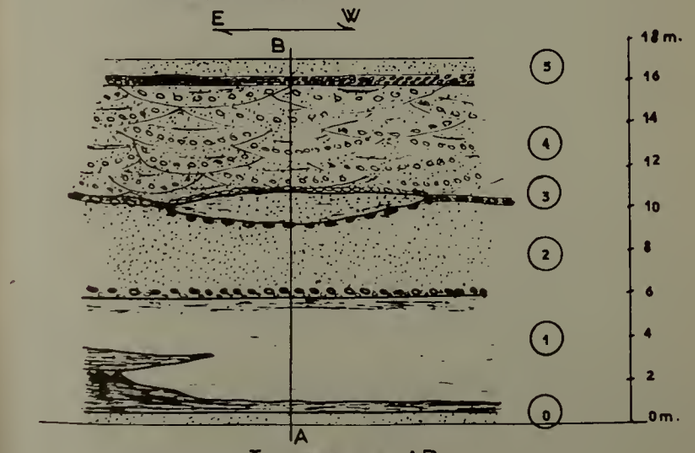


GA3680



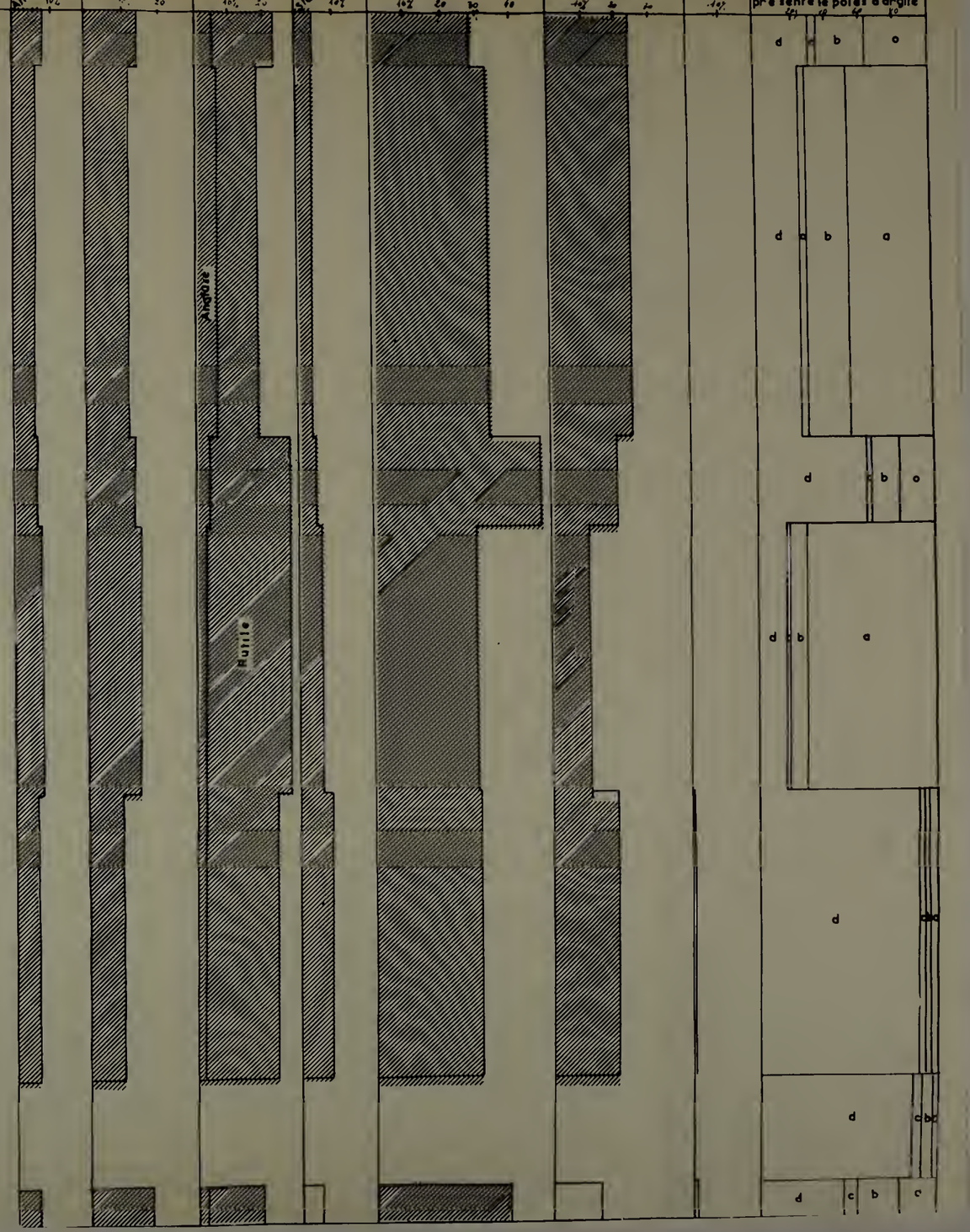


Les numéros cerclés sur les deux coupes correspondent aux numéros de la planche et de la coupe lithologique ci-contre



Trace de la coupe AB





MINERAUX LOURDS

Planche 5 Diagrammes circulaires des pourcentages

carrière de TUREAU-SAUVINE



GA 3682



GA 3684



GA 3685

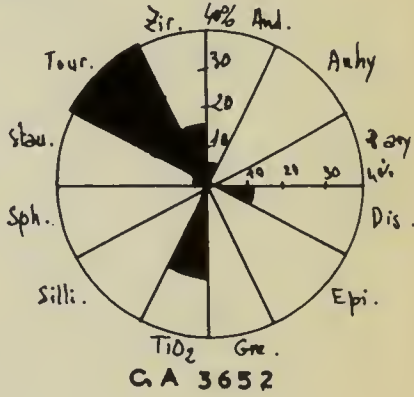
carrière du PONT DE CHIERZAC



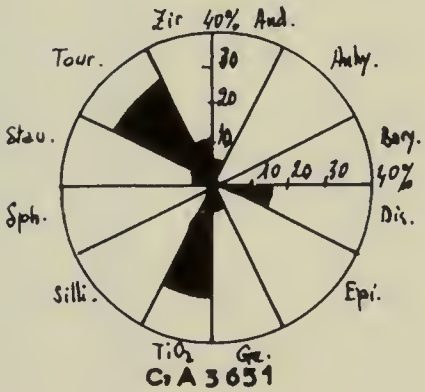
GA 3653



GA 3758



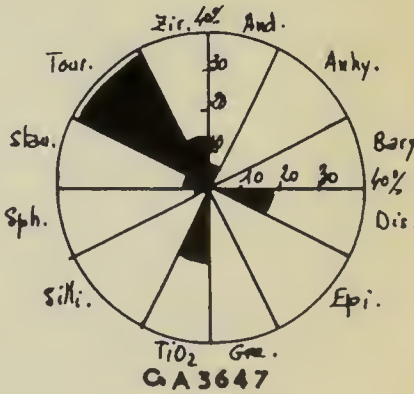
GA 3652



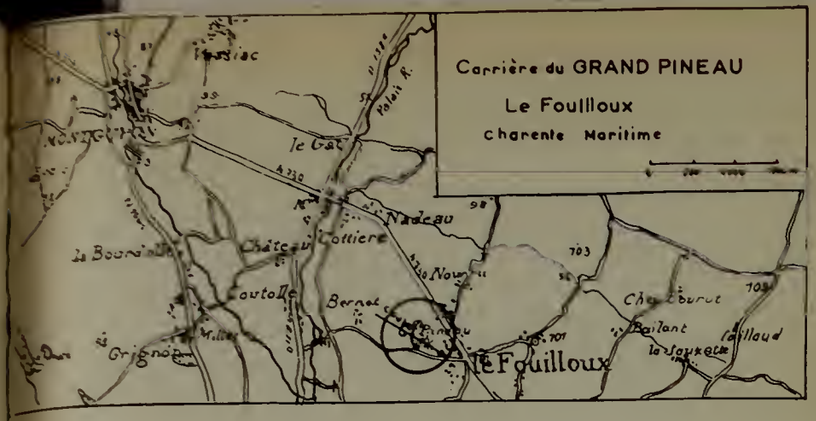
GA 3651

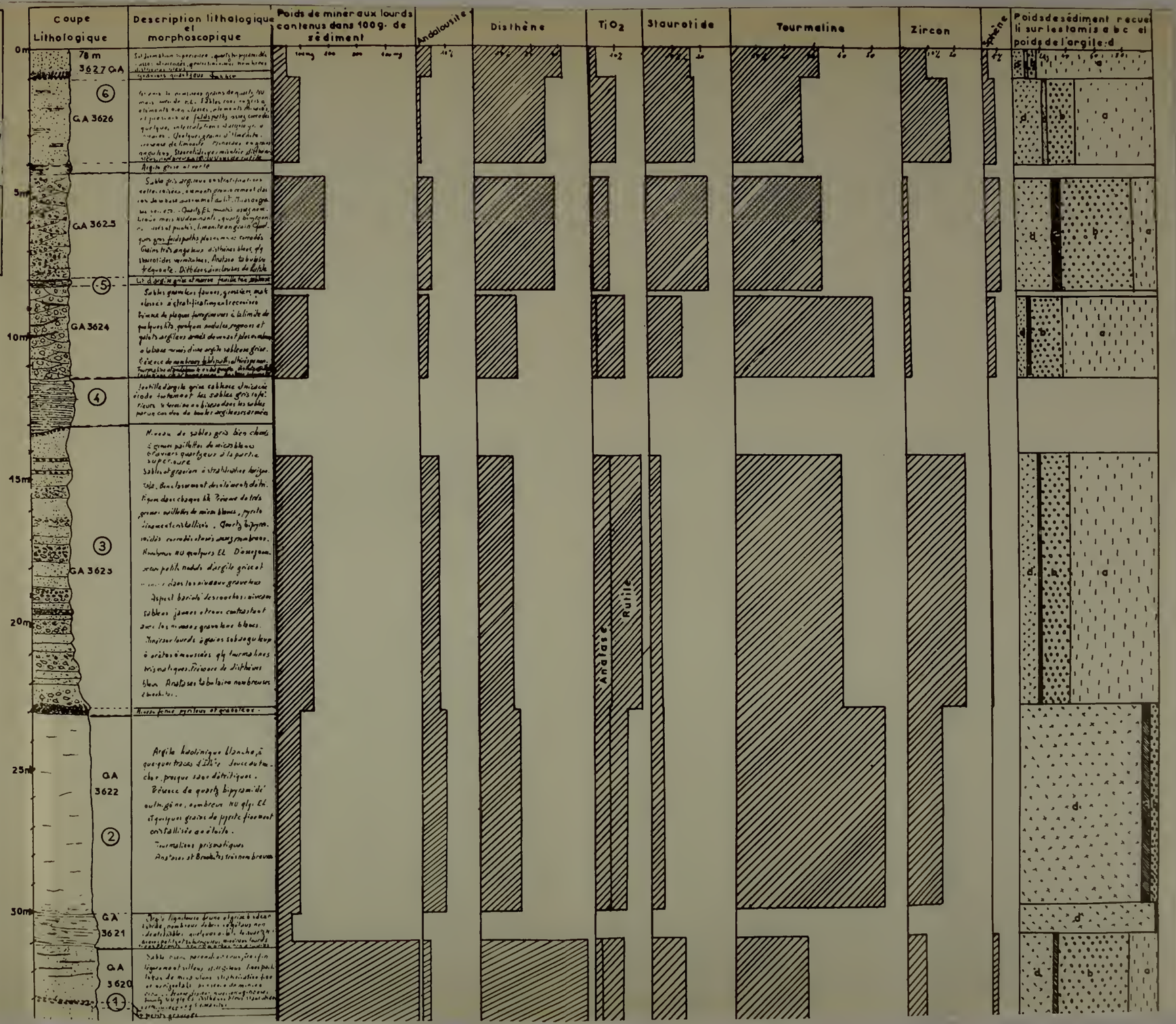


GA 3656



GA 3647


Carrière du GRAND PINEAU
Le Foullloux
charente Maritime
Pons
Jonzac
Le Gat
Nadeau
Châteaux Cottière
La Bournaille
Boutolle
Bernet
Grignon
Le Fouilloux
Chambrut
Bailant
la Souxette
Taillaud
Palais R.
A 138
A 10
703
701


Coupe Lithologique
Description lithologique et morphoscopique
Poids de minéraux lourds contenus dans 100g. de sédiment
Andalousite
Disthène
TiO2
Staurotide
Tourmaline
Zircon
Rutile
Poids de sédiment recueilli sur les tamis a b c et poids de l'argile d
0m
5m
10m
15m
20m
25m
30m
78 m
3627 GA
GA 3626
GA 3625
GA 3624
GA 3623
GA 3622
GA 3621
GA 3620
Argile grise altérée
Argile kaolinique blanche
Andalousite
Rutile

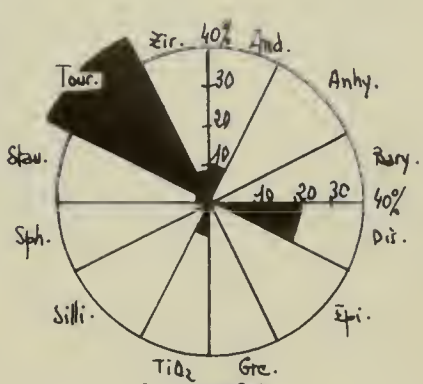
MINERAUX LOURDS

Planche 5 Diagrammes circulaires des pourcentages

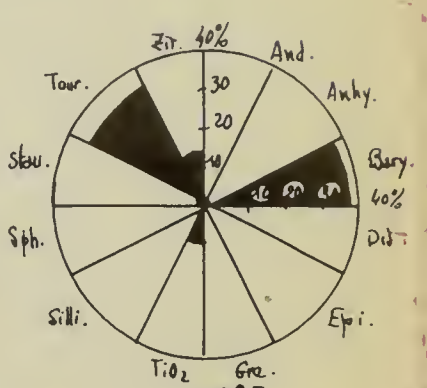
carrière de TUREAU-SAUVINE



GA 3682

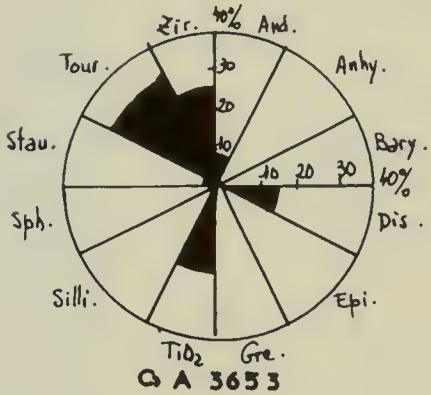


GA 3684

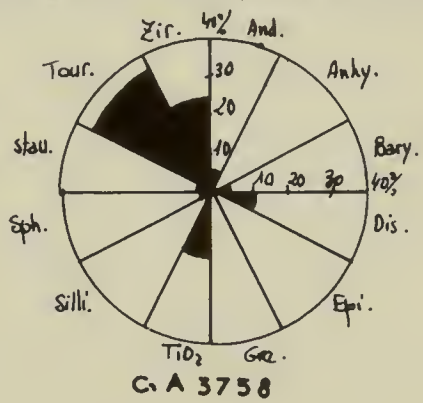


GA 3685

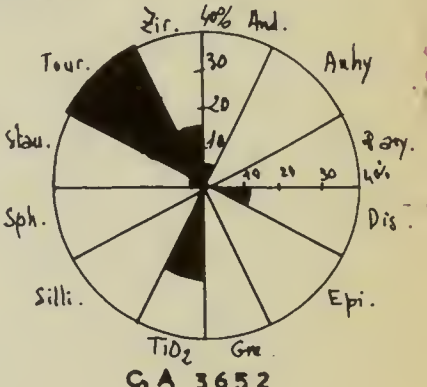
carrière du PONT DE CHIERZAC



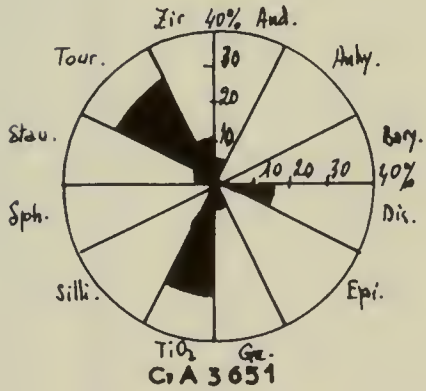
GA 3653



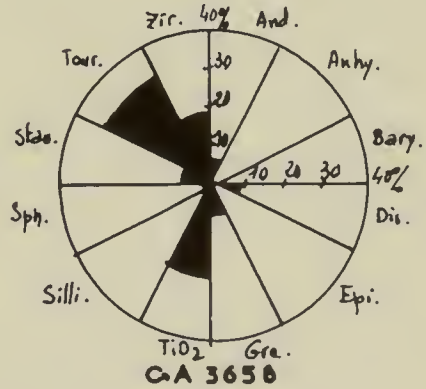
GA 3758



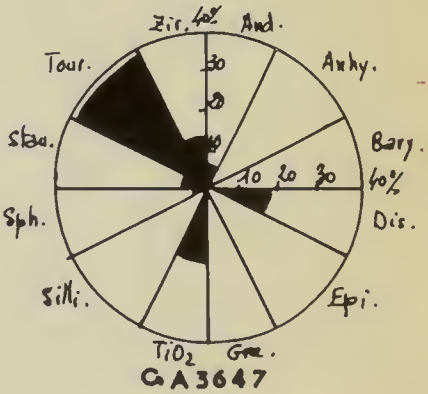
GA 3652



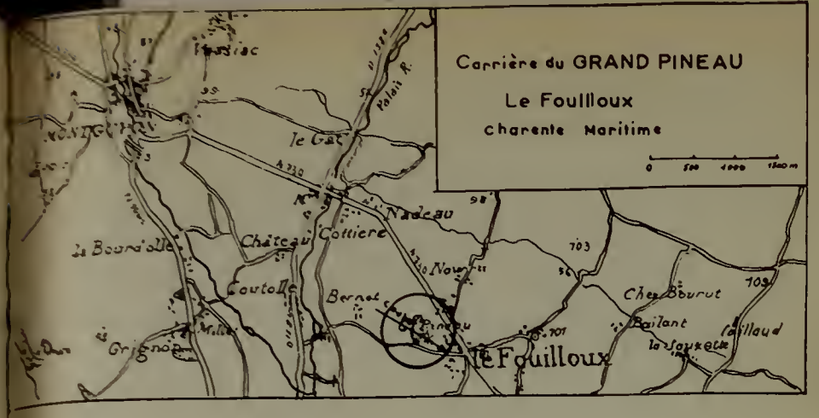
GA 3651

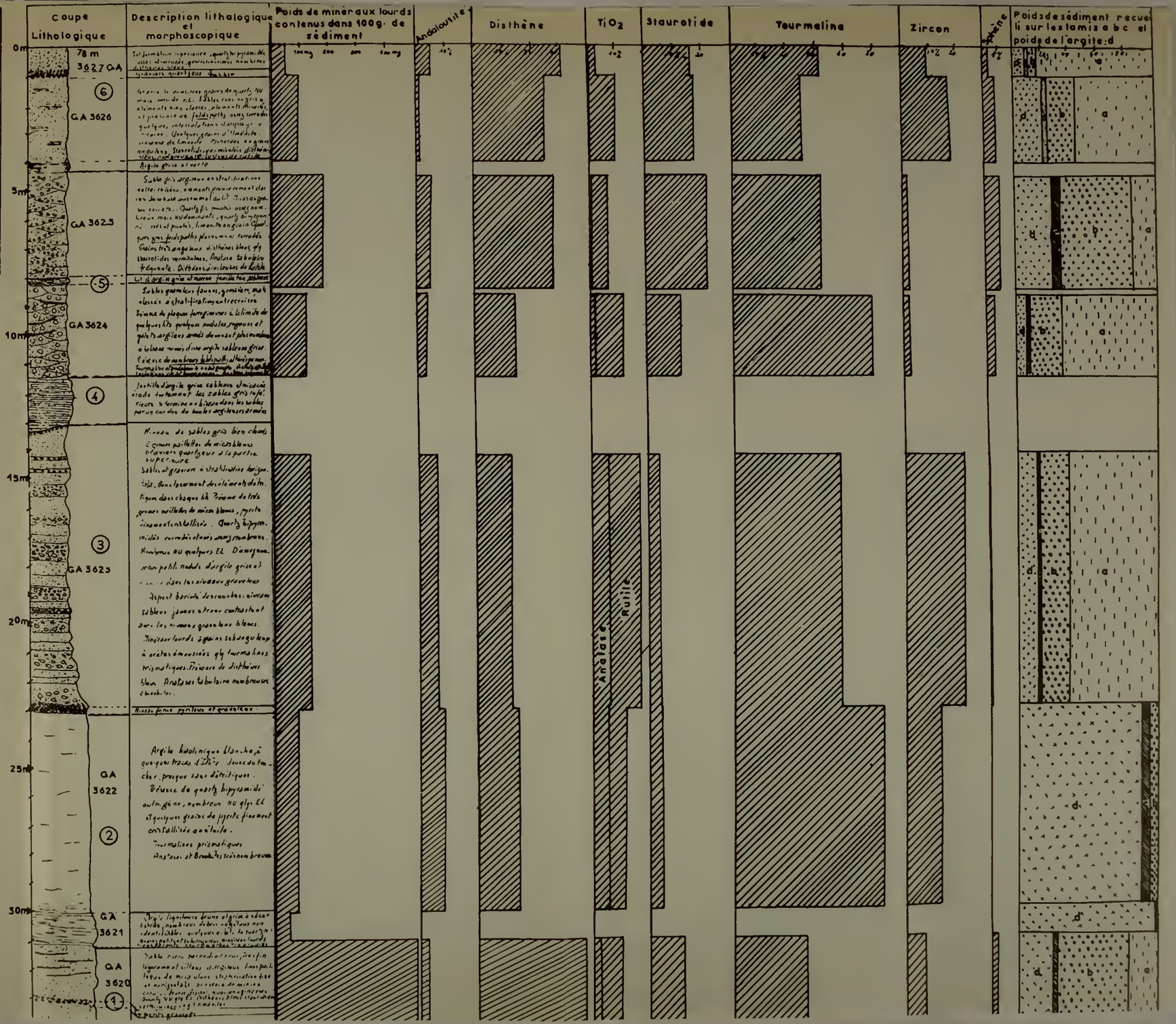


GA 3658



GA 3647


Carrière du GRAND PINEAU
Le Foullloux
Charente Maritime
Le Fouilloux
Le Bourdalet
Châteaux Collière
Coutolle
Bernet
Chez Bourut
Bailant
la Souvette
Taillaud
Grignon
Nadeau
Nouet
Pérignac
Pallais R.
0
500
1000
1500m


Coupe Lithologique
Description lithologique et morphoscopique
Poids de minéraux lourds contenus dans 100g de sédiment
Andalousite
Disthène
TiO2
Staurotide
Tourmaline
Zircon
Rutile
Poids de sédiment recueilli sur les tamis a b c et poids de l'argile d
78 m
3627 GA
GA 3626
GA 3625
GA 3624
GA 3623
GA 3622
GA 3621
GA 3620
0m
5m
10m
15m
20m
25m
30m
Andalusite
Rutile

INDICE DE VIEILLESSE I

Formations sidérolithiques de la Charente et de la Charente-Maritime

Tableau 7

Lieu n° de l'échantillon	Fragiles en %	Résistants en %	Résistants / Fragiles = I	Lieu n° de l'échantillon	Fragiles en %	Résistants en %	Résistants / Fragiles = I
	Oriolles				Tureau-Sauvine		
GA 3601	27	73	2,6	GA 3676	28	72	2,6
GA 3602	48	46	0,96	GA 3677	26	74	2,8
GA 3605	26	73	2,6	GA 3678	34	66	2
	Touverac 1			GA 3679	26	74	2,7
GA 3608	16	84	5,2	GA 3680	31	69	2,2
GA 3609	18	82	4,5	GA 3681	31	69	2,2
GA 3610	16	83	5,2	GA 3682	30	70	2,3
	Touverac 2			GA 3683	21	79	3,7
GA 3611	34	66	1,9	GA 3684	38	62	1,6
GA 3612	25	76	3	GA 3685	39	61	1,7
	Touverac 3				Pont de Chierzac		
GA 3613	12	88	7,3	GA 3653	25	75	3
GA 3614	23	76	3,5	GA 3758	24	76	3,2
GA 3615	19	81	4,3	GA 3652	20	80	4
GA 3616	29	71	2,5	GA 3651	32	66	2,1
	Touverac 4			GA 3650	30	70	2,3
GA 3671	21	78	3,7	GA 3647	29	71	2,5
	Baignes						
GA 3669	36	64	1,8				
GA 3670	39	61	1,5				
	Tureau-Sauvine						
GA 3672	24	76	3,5				
GA 3673	35	65	1,9				
GA 3674	41	59	1,4				
GA 3675	28	72	2,6				

Fragiles : Tous les minéraux lourds sauf les tourmalines, zircons rutiles et anatase

Résistants : tourmalines, zircons, rutiles, anatases, brookites

INDICE DE VIEILLESSE I

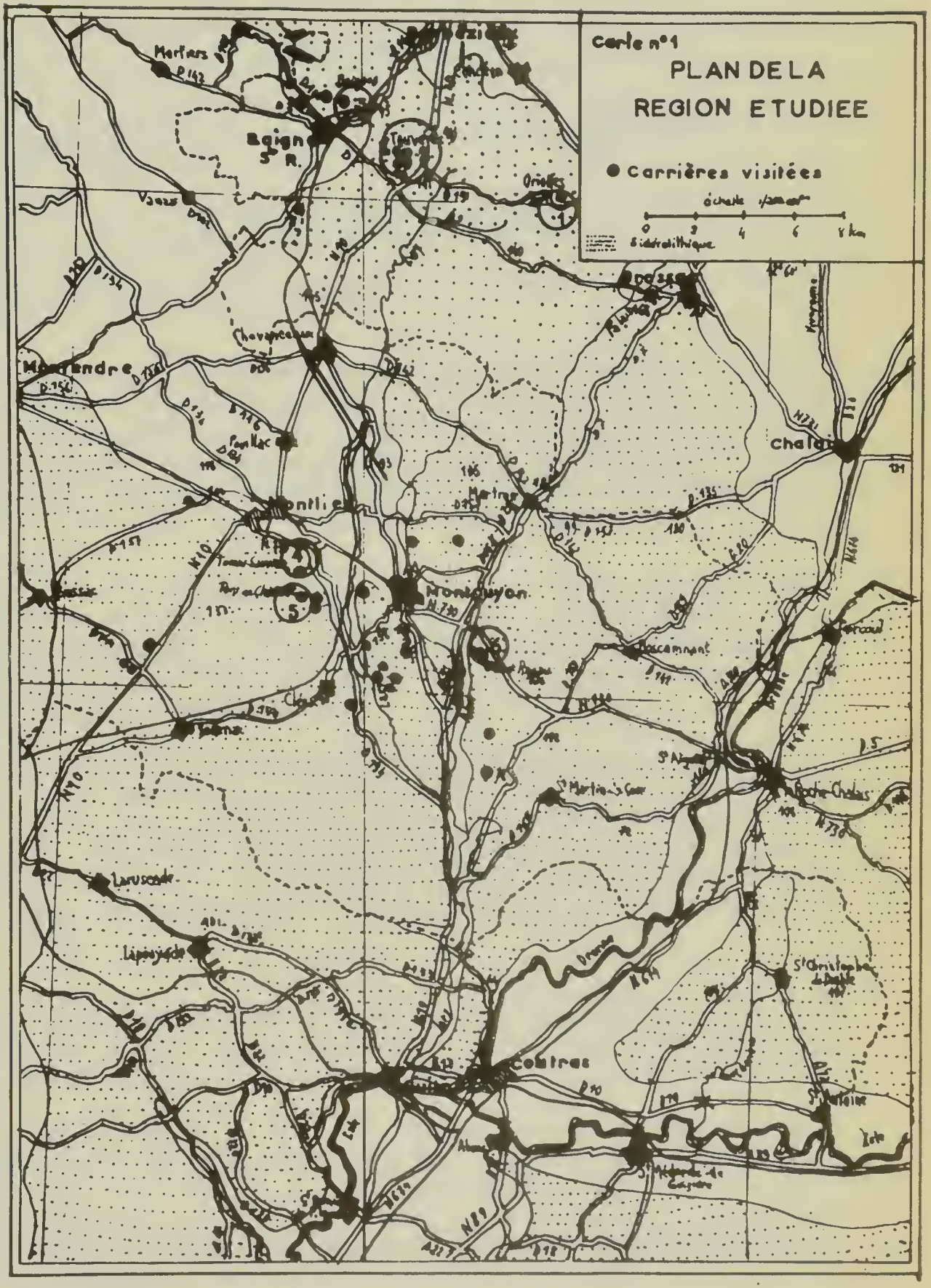
Formations sidérolithiques et Sables du Périgord de Montguyon à Bergerac

Tableau 8

Lieu n° de l'échantillon	Fragiles en %	résistants en %	Résistants / Fragiles = I	Lieu n° de l'échantillon	Fragiles en %	résistants en %	Résistants / Fragiles = I
	Le Grand-Pineau				Layessières		
GA 3627	54	45	0,83	GA 3727	85	15	0,18
GA 3626	48	52	1,1		Maurens		
GA 3625	59	41	0,7	GA 3730	37	63	1,7
GA 3624	35	64	1,8		Bergerac		
GA 3623	24	75	3,1	GA 3732	40	42	1,4
GA 3622	26	74	2,8	GA 3733	44	56	1,2
GA 3617	42	59	1,4	GA 3734	32	68	2,1
GA 3618	45	55	1,2	GA 3735	37	63	1,7
GA 3619	45	55	1,2	GA 3736	32	68	2,2
GA 3620	36	44	0,8	GA 3737	20	80	4
	Saint Auldye			GA 3739	20	80	4
GA 3701	70	30	0,4	GA 3740	24	76	3,5
	Parriche			GA 3741	17	83	4,9
GA 3705	65	35	0,5	GA 3742	9	91	10,1
	Lamothe Cairon			GA 3743	25	75	3,3
GA 3696	55	45	0,83				
	Faye						
GA 3712	80	20	0,40				
	Beauronne						
GA 3714	68	32	0,47				
	Baurgnac						
GA 3722	68	32	0,47				
GA 3723	72	28	0,39				
	Eglise Neuve d'Issac						
GA 3724	65	35	0,5				
	Gammareix						
GA 3725	21	79	4				

Fragiles : Tous les minéraux lourds sauf les tourmalines, zircons, rutiles, et anatases

Résistants : tourmalines zircons, rutiles, anatases, brookites.


carte n°1
PLAN DE LA
REGION ETUDIEE
● carrières visitées
échelle 1/200 000
0 2 4 6 8 km
Sidérolithique
Montendre
Montlieu
Montguyon
Chaniers
Cozes
Mortiers
Saujon
Thaims
Orignac
Chevanceaux
Pons
Jonzac
Archiac
Barbezieux
Chalais
Blasimon
Coutras
Libourne
Guîtres
Lussac
Lapouyade
Cubnezais
St Christoly de Blaye
St Martin de Gurçon
St Antoine de Breuilh
St Martin de Coux
St Aigulin
Roche-Chalais
Bergerac
Ste Foy la Grande
Duras
Dordogne
Dronne
Isle
Lidoire
Livenne
Trèfle
Seugne
Arnoult
Ribérac
Mareuil
Brantôme
Périgueux
Excideuil
Thiviers
Nontron
Angoulême
Cognac
Jarnac
Segonzac
Blanzac
Aubeterre
Rouffiac
Villebois
Montbron
Chabanais
Confolens
Ruffec
Aigre
Chef Boutonne
Melle
Lezay
Mauzé
Niort
Surgères
Marans
La Rochelle
Rochefort
Tonnay-Charente
Saintes
Pons
Royan
Meschers
Talmont
Mirambeau
Blaye
Bourg
Libourne
Arcachon
La Teste
Gujan-Mestras
Le Teich
Biganos
Facture
Andernos
Lacanau
Hourtin
Carcans
Lesparre
Soulac
Le Verdon
Pauillac
Lamarque
Margaux
Cussac
Castelnau
Macau
Arsac
Le Pian
Bordeaux
Blanquefort
Le Taillan
Eysines
Le Haillan
Mérignac
Pessac
Gradignan
Talence
Bègles
Villenave d'Ornon
Cadaujac
Léognan
Martillac
Canéjan
Gazinet
Cestas
Salles
Belin-Beliet
Sanguinet
Parentis
Mimizan
Biscarrosse
Sabres
Pissos
Luxey
Labouheyre
Morcenx
Dax
Mont-de-Marsan
Roquefort
Villeneuve-de-Marsan
Grenade-sur-l'Adour
Aire-sur-l'Adour
Tartas
Hagetmau
Amou
Peyrehorade
Orthez
Salies-de-Béarn
Sauveterre-de-Béarn
Oloron-Ste-Marie
Mauléon-Licharre
Pau
Lescar
Billère
Jurançon
Gan
Nay
Arudy
Laruns
Eaux-Bonnes
Eaux-Chaudes
Bedous
Accous
Urdos
Somport
Oloron
Navarrenx
Orthez
Peyrehorade
Hastingues
Bidache
Bayonne
Biarritz
Anglet
Boucau
Tarnos
Capbreton
Hossegor
Seignosse
Soustons
Magescq
Pontenx-les-Forges
Labrit
Sabres
Pissos
Luxey
Labouheyre
Morcenx
Dax
Mont-de-Marsan
Roquefort
Villeneuve-de-Marsan
Grenade-sur-l'Adour
Aire-sur-l'Adour
Tartas
Hagetmau
Amou
Peyrehorade
Orthez
Salies-de-Béarn
Sauveterre-de-Béarn
Oloron-Ste-Marie
Mauléon-Licharre
Pau
Lescar
Billère
Jurançon
Gan
Nay
Arudy
Laruns
Eaux-Bonnes
Eaux-Chaudes
Bedous
Accous
Urdos
Somport

CHAPITRE II

RÉGION ENTRE DRONNE ET DORDOGNE

II.- APERÇU GEOMORPHOLOGIQUE

Lorsque nous examinons la feuille géologique (N° 182) de Bergerac au 1/80.000e, nous constatons que les formations tertiaires rattachées au Nummulitique continental couvrent de larges surfaces, en particulier dans toute la moitié Ouest de la feuille. Les auteurs de cette carte distinguent dans ces dépôts deux ensembles différents : à l'Ouest d'une ligne Mussidan-Bergerac : les "Sables du Périgord" et à l'Est de cette ligne : le "Sidérolithique" proprement dit.

1° - Les sables du Périgord forment un ensemble de dépôts sableux et graveleux à argiles versicolores, d'épaisseur et de nature variables. La puissance et le faciès de ces formations sablo-argileuses se modifient insensiblement au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'Est, le matériel devenant plus grossier alors que l'épaisseur du dépôt diminue.

C'est dans la Double, région comprise entre les deux rivières : la Dronne et l'Isle, que ces formations sont le plus développées. Les argiles particulièrement abondantes retiennent l'eau dans les bas-fonds, parsemant la région d'étangs et de marécages. Les hauteurs plus sableuses supportent une végétation de pins et de châtaigniers et permettent parfois quelques cultures. Lorsqu'on atteint la vallée de la Dordogne, on constate que ces dépôts s'amincissent et deviennent de plus en plus grossiers.

2° - Le Sidérolithique, quant à lui, occupe la partie orientale de la même feuille. Cette formation constituée de sables rouges versicolores, de graviers siliceux et d'argiles, apparaît presque toujours enfoncée dans les coteaux calcaires.

D'après les auteurs de la carte, "au voisinage du Crétacé, la base des Sables du Périgord passe latéralement au Sidérolithique... Mais sur la majeure partie du territoire considéré, il n'est pas possible de préciser la limite exacte entre les Sables du Périgord et ce Sidérolithique". Ils ont "dû se résoudre à séparer seulement au voisinage du Crétacé une zone où le Sidérolithique affleure souvent sous les Sables du Périgord".

Cette formation mixte, notée $\frac{mIIe^3}{e^3s}$, est assez largement représentée sur la carte géologique entre l'Isle et la Dordogne.

L'étude des minéraux lourds peut alors nous permettre d'éclaircir le problème de la différenciation des formations Sidérolithiques et des Sables du Périgord, si semblables à première vue. Si les cortèges minéralogiques de ces deux ensembles sédimentaires sont différents, il est possible, suivant les zones géographiques, de rattacher la formation mixte à l'un ou à l'autre de ces ensembles, d'après la nature de son cortège minéralogique. Si les minéraux lourds sont les mêmes dans l'une et l'autre formation, il n'y a plus aucune raison, en l'absence de faune, d'appeler Sables du Périgord et Sidérolithique deux formations aussi semblables, et le problème de la formation mixte ne se pose plus.

II.- LES SABLES DU PERIGORD

Ces sédiments ont été échantillonnés suivant un axe joignant Saint-Aulaye à Bergerac. Faute de belles coupes récentes comme dans la région de Montguyon, nous avons dû mettre à profit des tranchées, des sablières ou des carrières abandonnées.

1° - Région comprise entre Saint-Aulaye et Laveyssière

Dans cette région, les sédiments présentent le même aspect lithologique. Le cortège minéralogique est par ailleurs très homogène. Nous réunirons donc tous les échantillons étudiés en une seule description. Seuls quelques prélèvements présentant des caractères particuliers feront l'objet d'une mention spéciale. La position des prélèvements est indiquée sur la carte N° 2.

a)- Description du sédiment :

Le sédiment correspond généralement à un sable argileux, grossier ou moyen, micacé et de couleur tantôt blanche, tantôt beige ou brun-rouge.

b)- Morphoscopie des grains légers :

A l'analyse morphoscopique, les grains quartzeux apparaissent non usés dans leur grande majorité. Les ronds mats et les émoussés luisants sont très rares. La majorité des quartz conserve un aspect corrodé et les figures de corrosion se trouvent généralement remplies d'un enduit kaolinique. Les muscovites souvent en grosses paillettes sont très nombreuses. On note aussi la présence de quartz bipyramidés, qui voisinent avec de très rares feldspaths altérés et blanchis (GA 3723 et GA 3724).

c)- Minéraux lourds :

Dans tous les échantillons, les minéraux se présentent sous leur habitus

commun. Ils sont gros, souvent anguleux et légèrement corrodés. Certains disthènes présentent une coloration bleue pléochroïque, fortement marquée (Cyanite). Les tourmalines brunes en fragments de prisme voisinent avec les tourmalines en éclats sans forme cristalline. Les staurotides vermiculées demeurent assez fréquentes.

L'étude quantitative des cortèges minéralogiques (Pl. 7) permet de constater une grande similitude de cortège pour tous ces échantillons, sauf peut-être pour certains (GA 3696) où les pourcentages de disthènes et de tourmalines y sont aussi élevés. Ce sont les deux minéraux directeurs. Les staurotides constituent à elles seules le groupe de deuxième ordre. Enfin, les andalousites et les minéraux titanés, les zircons et les sphènes forment l'ensemble des minéraux accessoires. Ce cortège semble présenter de grandes analogies minéralogiques avec celui des formations supérieures de la carrière du Grand-Pineau au Fouilloux.

Pour tous les autres échantillons (GA 3701, 3705, 3723, 3724, 3728), seul le disthène devient le minéral de premier ordre (supérieur à 40 %), la tourmaline et la staurotide passent au deuxième plan et leurs pourcentages sont presque équivalents (Pl. 7). Pourtant chez certains d'entre eux (GA 3724 et GA 3728) la staurotide passe dans la catégorie des minéraux de troisième ordre avec les minéraux titanés, le zircon et l'andalousite.

c)– Conclusions :

De Saint-Aulaye à Laveyssière, les "Sables du Périgord" composent un ensemble détritique fluviatile sur lequel les actions de dissolution chimique d'eaux agressives semblent avoir agi d'une manière moins intense que dans la région de Baignes et de Montguyon.

Sur une distance d'environ 40 km suivant une direction Nord-Ouest–Sud-Est, le cortège minéralogique de cette formation reste remarquablement homogène et bien caractérisé ; le disthène y domine nettement, suivi par la tourmaline et la staurotide.

Nous avons vu qu'il était possible de comparer cet éventail minéralogique à celui des niveaux supérieurs de la carrière du Grand-Pineau au Fouilloux. Ces dernières formations renferment, également en importante quantité, du disthène, et elles se différencient des horizons sous-jacents par la grande abondance des staurotides. Cependant, comme nous l'avons déjà remarqué (Chapitre premier), les horizons supérieurs de la carrière du Fouilloux restent liés aux horizons de Baignes et de Clérac par le pourcentage élevé de tourmalines et de minéraux titanés.

Il semble donc probable qu'un mélange se soit produit à l'Est de Montguyon entre les "Sables du Périgord" et les formations sidérolithiques charentaises. Ce mélange marque simplement une période de transition entre une alimentation orientée localement Nord-Sud et un épandage ultérieur orienté localement Est-Ouest.

2° – Carrière de Pombonne (carte 3)

Cette carrière, maintenant abandonnée, a été ouverte entre Bergerac et Lembras (lieu-dit Pombonne).

L'exploitation entaillait le coteau sableux sur une quinzaine de mètres de hauteur recoupant, d'après la carte géologique, essentiellement les Sables du Périgord.

a)– Description lithologique :

La planche 8 résume la description lithologique et visualise le cortège minéralogique de chaque niveau échantillonné. On note de bas en haut :

- Des sables blancs légèrement kaoliniques (GA 3743).
- Des argiles ligniteuses et sableuses, noires et grises (GA 3742).
- Des sables blancs et roux assez fins (GA 3741 à GA 3739, épaisseur 1,5 m).
- D'énormes blocs de grès quartzites (GA 3738).
- Une épaisse couche d'argile blanche et rose, sableuse, de 4,5 m d'épaisseur.
- Des sables grossiers blancs, roses et jaunes (GA 3737 et GA 3736) disposés en amas lenticulaires (épaisseur 3 m).
- Des lits constitués alternativement de gros graviers quartzeux, gréseux et calcaires et de sables moyens disposés bien horizontalement (GA 3736 à GA 3732).

b)– Description morphoscopique des grains quartzeux :

Dans les niveaux sableux ou argilo-sableux, les grains quartzeux demeurent non usés mais ils présentent toujours des traces de corrosion tapissées d'un enduit kaolinique blanchâtre. La muscovite est abondante dans les niveaux d'argile ligniteuse (GA 3742).

c)– Etude des minéraux lourds :

Les diagrammes circulaires (Pl. 8) permettent de constater une différence marquée entre l'éventail minéralogique des horizons du bas et du haut de la carrière.

1.– La zone de base (GA 3743) possède un cortège formé presque essentiellement de tourmalines (65 %). La staurotide constitue (15 %) le seul minéral du groupe de deuxième ordre. Les disthènes ont presque disparu ; ils n'apparaissent plus que comme des minéraux accessoires.

2.– La partie médiane (de GA 3742 à GA 3736) présente un cortège minéralogique qui a légèrement varié, l'enrichissement en minéraux titanés est net. Si la tourmaline reste bien en tête du cortège, les rutiles, les zircons et les staurotides constituent le groupe de deuxième ordre. Les disthènes ici aussi n'apparaissent plus que comme des minéraux accessoires, au même titre que les andalousites, les sphènes et les sillimanites.

Les niveaux inférieurs (GA 3740 – GA 3741) marquent un enrichissement du cortège en tourmalines. Leur pourcentage égale ou dépasse 50 %.

3.– Dans la partie supérieure de la carrière (de GA 3732 à GA 3735), les niveaux bien lités possèdent un cortège minéralogique tel que la tourmaline apparaît

comme le minéral dominant. Les disthènes, avec les zircons et les staurotides, forment le groupe des minéraux de deuxième ordre.

d)- Conclusions :

Il y a donc, entre les formations médianes et celles de la zone supérieure de la carrière, une variation brutale du cortège minéralogique. Le changement est surtout marqué par la disparition du rutile et par l'apparition du disthène. Les tourmalines bleues, fréquentes dans la partie centrale, sont peu nombreuses dans les niveaux supérieurs.

Du bas vers le haut de la coupe, nous constatons que le cortège minéralogique s'enrichit en minéraux fragiles, principalement en disthènes, et s'appauvrit au contraire en minéraux résistants : rutiles, zircons et surtout tourmalines.

Cette variation se fait en trois étapes successives correspondant aux trois variations minéralogiques reconnues précédemment.

La zone supérieure de la carrière apparaît comme les restes d'une ancienne terrasse alluviale constituée d'éléments appartenant à des formations arrachées plus en amont. L'abondance du disthène permet de penser qu'une bonne partie de ces sédiments repris proviennent des "Sables du Périgord", toujours riches en ces éléments.

En ce qui concerne les deux ensembles minéralogiques sous-jacents, nous verrons plus loin qu'il est possible de les rattacher à ceux du "Sidérolithique" proprement dit, qui se retrouvent pratiquement inchangés, au point de vue minéralogique, depuis les Eyzies jusqu'à Saint-Médard au voisinage des Pyrénées.

III.- FORMATIONS DE PASSAGE DES SABLES DU PERIGORD AU SIDEROLITHIQUE

Portant l'indice $\frac{m\Pi e^3}{e^3 s}$, cette formation a été échantillonnée le plus souvent au voisinage des calcaires crétacés, suivant un axe joignant Beauronne, sur la rive droite de l'Isle, à la carrière de Pombonne (cartes 2 et 3).

1° - Région comprise entre Saint-Aulaye et Eglise-Neuve-d'Issac

a)- Description des échantillons :

Ce sont des sédiments grossiers à galets quartzeux ou gréseux et à débris calcaires (GA 3714, GA 3722) légèrement argileux. Lorsque le sédiment est fin, (GA 3712) le sable est assez argileux et micacé.

b)- Description morphoscopique :

Dans tous les cas, l'étude des grains quartzeux révèle des grains non usés, corrodés et ternis par des enduits rougeâtres (GA 3712) et blanchâtres (GA 3712,

GA 3714, GA 3722). Quelques petits quartz bipyramidés usés et picotés voisinent avec les lamelles de muscovite et quelques grains émoussés luisants.

c)- Minéraux lourds :

Les minéraux lourds se présentent ici sous leur habitus ordinaire. Les disthènes bleutés, les tourmalines prismatiques mélangées aux tourmalines en éclats et les staurotides parfois vermiculées semblent en général assez frais. Quelques traces de corrosion sont pourtant visibles sur certains grains et en particulier sur les disthènes. Nous avons remarqué également que certains disthènes (GA 3714) possèdent une extinction droite ou très légèrement inclinée. Sur les baguettes longues et épaisses de ce minéral, les traces de clivages ne sont plus orthogonales à l'axe du cristal mais forment avec celui-ci un angle d'environ 135°. Présent dans tous les échantillons depuis les niveaux supérieurs de la carrière du Grand-Pineau au Fouilloux jusqu'à Bergerac, *nous le retrouvons uniquement dans les "Sables du Périgord" et dans ces "formations mixtes".*

Pour tous les échantillons, la composition minéralogique est qualitativement et quantitativement la même que celle des "Sables du Périgord" (Pl. 9, diagr. 3712, 3714, 1722).

Le disthène reste le minéral dominant du cortège, les staurotides et les tourmalines forment le groupe des minéraux de deuxième ordre. L'andalousite, les minéraux titanés, le sphène et le zircon sont pratiquement absents du cortège.

d)- Conclusions :

Il n'est donc pas possible, tant du point de vue de la morphoscopie des grains quartzeux que de l'étude minéralogique des minéraux lourds, de distinguer les "Sables du Périgord" des formations sous-jacentes dans la zone comprise entre Saint-Aulaye et Eglise-Neuve-d'Issac.

2°- De Gammareix à Bergerac (carte 3)

Nous avons effectué des prélèvements à Gammareix (GA 3725), Maurens (GA 3730) et Laveyssière (GA 3727). Pour ce dernier affleurement, le sédiment a été échantillonné à la base de la colline sableuse qui domine Laveyssière, au voisinage du calcaire maëstrichtien sous-jacent qui affleure un peu plus bas et plus au Nord. Il occupe une position altimétriquement plus basse que celle des "Sables du Périgord", situés au sommet du coteau (GA 3728).

a)- Description des échantillons :

Dans tous les cas, nous avons affaire à un sédiment sableux à grains moyens et grossiers, légèrement argileux, versicolore et assez souvent micacé (GA 3727).

b)- Etude morphoscopique des grains quartzeux :

Comme dans tous les autres sédiments déjà décrits, la grande quantité des grains quartzeux non usés noie les quelques grains émoussés luisants ou ronds

mats. On rencontre aussi quelques feldspaths très altérés et corrodés, ainsi que des quartz bipyramidés usés et picotés.

c)- Etude des minéraux lourds :

Pour chacun des trois échantillons étudiés, nous avons un ensemble minéralogique spécial :

Gammareix (GA 3725) : Les grains lourds sont dans l'ensemble subarrondis. On remarque quelques tourmalines bleues (Indicolites). Les disthènes apparaissent fracturés et corrodés. Peu nombreux, ils semblent aussi petits que les rutiles et les zircons.

Le minéral directeur du cortège n'est pas le disthène comme dans les échantillons précédents, mais la tourmaline. La staurotide, les zircons et les minéraux titanés forment un deuxième groupe (Pl. 9 ; GA 3725). C'est un cortège qui est donc en tous points comparable à celui de la partie basale (GA 3741) de la coupe de Pombonne (Pl. 8). Ici aussi le disthène est devenu un minéral accessoire mélangé à l'andalousite et au sphène.

Laveyssière (GA 3727) : Pour la première fois, les grenats apparaissent en abondance. Ils ont à peu près toutes les formes, depuis le minéral trapu, subarrondi et vacuolé jusqu'aux grands éclats sans forme cristalline. Les disthènes bleus et les tourmalines prismatiques sont abondants.

Le disthène a repris sa place en tête du cortège mais le grenat représente le deuxième minéral directeur (Pl. 9 ; GA 3727). L'abondance du grenat ne nous permet pas de comparer cet échantillon à ceux déjà étudiés. Mais il est possible d'l'associer minéralogiquement cette formation aux formations moyennes du forage d'l'Issigeac (20) rapportées à l'Eocène moyen.

Maurens (GA 3730) : L'aspect morphoscopique des minéraux se rapproche beaucoup de celui des minéraux reconnus à Gammareix (GA 3725). Les disthènes sont cependant moins fracturés, plus larges et leurs arêtes demeurent assez vives. Les tourmalines bleues assez fréquentes voisinent avec les brunes rarement prismatiques (Pl. 9).

Dans le cortège, la tourmaline domine largement, suivie de loin par le disthène. Les autres minéraux ne jouent qu'un rôle accessoire. Cet éventail minéralogique semble former le trait d'union entre celui de Laveyssière (GA 3728) et celui des niveaux supérieurs de la coupe de Pombonne (GA 3735 à GA 3732). Peut-être faut-il simplement voir dans ce cortège le résultat d'une reprise des sables du Périgord (comme à Pombonne).

IV.- LE SIDEROLITHIQUE

Nous nous proposons d'étudier maintenant le cortège des minéraux lourds contenus dans les formations rattachées au Sidérolithique. Ensuite, nous tenterons de préciser la paléogéographie de ces dépôts.

1° – Région des Eyzies (carte 4)

a)– Description lithologique :

Non loin des Eyzies, au lieu-dit Pagenal, des cavités du calcaire crétacé remplies de sables et d'argiles kaoliniques sont activement exploitées. Une carrière a été précédemment décrite par M. KULBICKI (23). Une nouvelle exploitation, située à quelques mètres à l'Est de celle-ci, nous a fourni un certain nombre d'échantillons sableux et argileux.

La disposition des dépôts est très désordonnée ; on peut néanmoins remarquer de bas en haut, sur une quinzaine de mètres en hauteur :

- Au centre de la carrière, une poche de kaolin blanc, rouge, rose et jaune (GA 3632 et GA 3636) qui affecte la forme d'une goutte renflée à la base de la carrière ; elle se rétrécit progressivement et prend l'apparence d'un filon au voisinage de l'ancien sol de végétation, maintenant remblayé. Cette argile est disposée en lits colorés qui épousent la forme de l'amas. A la base, de minces niveaux de sables ferrugineux (GA 3631) sont interstratifiés dans l'argile.
- Cette masse kaolinique est englobée dans des sables d'aspects variés. Ce sont des sables grossiers, ferrugineux, rouges à gros blocs de grès et graviers calcaires bien arrondis et légèrement argileux (GA 3634 – GA 3635). Ces sables apparaissent localement blancs, fins et dépourvus d'argile (GA 3632).
- Enfin, un mince manteau de gros graviers quartzeux et de silex roulés recouvre l'ensemble des deux formations précédentes et semble s'étaler sur tout le plateau.

b)– Etude morphoscopique des grains quartzeux :

La description morphoscopique des éléments sableux n'apporte guère de particularités nouvelles. Tout au plus, pouvons-nous y noter une plus grande abondance de débris ferrugineux. Là encore, le caractère de l'altération chimique semble se superposer à celui résultant de l'action fluviatile car les nombreux grains non usés sont assez souvent corrodés et vermiculés.

c)– Etude des minéraux lourds :

Les diagrammes circulaires (Pl. 10) montrent que le cortège minéralogique reste pratiquement le même dans tous les niveaux. Seuls les rapports entre les pourcentages de certaines espèces varient-ils.

Le disthène si abondant dans les "Sables du Périgord" a presque complètement disparu. C'est la tourmaline qui prend la tête de l'ensemble, suivie d'assez loin par la staurotide. Présente dans tous les niveaux, cette dernière est pourtant remplacée par le zircon (GA 3633 et GA 3632). Cela s'explique par le fait que la fraction granulométrique "b" dépourvue de ce minéral n'existe pas et que seule la fraction "c" riche en zircons a été comptée.

Nous avons affaire à un cortège extrêmement pauvre en espèces minérales. Les grains apparaissent assez fréquemment corrodés. Les minéraux opaques sont

souvent abondants (GA 3634, GA 3635, GA 3636). Ce sont principalement des grains ferrugineux à disposition oolithique.

2° – Région de Cadouin (carte 4)

a)– Description lithologique :

Au lieu-dit Sauteloup, non loin de Cadouin, une exploitation d'argile réfractaire, également décrite par M. KULBICKI (23), nous a fourni quelques échantillons d'argile sableuse (GA 3745, GA 3747). Toujours aux environs de Cadouin, au lieu-dit "La Croix de Carême", nous avons prélevé un sédiment sableux (GA 3751) rouge sang, et à "Parais du Moine", lieu-dit situé au Sud-Est de Cadouin, une autre exploitation nous a permis de prélever deux échantillons argilo-sableux (GA 3752 et GA 3753) de couleur rouge et jaune.

b)– Etude morphoscopique des grains quartzeux :

L'étude morphoscopique des grains quartzeux nous révèle aussi une très forte proportion de grains non usés dont quelques-uns sont recouverts d'un enduit ferrugineux (GA 3745 et GA 3751). Quelques débris de pisolithes ferrugineux (GA 3752 et GA 3753) indiquent la présence d'une phase d'altération latéritique du sédiment.

c)– Etude des minéraux lourds :

L'éventail minéralogique de ces formations (Pl. 11) est comparable à celui de la région des Eyzies (Pl. 10).

La tourmaline domine puis la staurotide. Quant aux autres minéraux, notamment le disthène, ils sont absents ou presque. Cette similitude du cortège se retrouve également dans l'aspect des minéraux. Les traces d'altérations telles que les enduits kaoliniques, les cannelures et les enduits ferrugineux, semblent plus abondants sur ces échantillons que sur ceux des Eyzies.

3° – Région de Montpazier (carte 4)

a)– Description lithologique :

Non loin de Capdrot, au voisinage de Montpazier, d'anciennes carrières d'argile nous ont permis d'effectuer des prélèvements dans les sables encaissants (GA 3758, GA 3759, GA 3760). D'épaisses croûtes ferrugineuses occupent très souvent la partie supérieure des gisements. Elles témoignent d'une profonde altération du stock détritique sous un climat tropical, où les sols évoluent vers un type latéritique poussé.

b)– Description morphoscopique des minéraux légers :

Dans les échantillons (GA 3758 et GA 3759) prélevés immédiatement sous les croûtes ferrugineuses, les grains quartzeux sont en grande majorité non usés,

les traînées ferrugineuses déposées dans les traces de corrosion sont nombreuses. Les enduits ferrugineux sont parfois remplacés par des dépôts de kaolin (GA 3760).

c)- Minéraux lourds :

Les diagrammes de la planche 11 représentent le cortège minéralogique de ces trois échantillons. Les tourmalines brunes et déchiquetées, les staurotides, pour la plupart vermiculées, sont ici comme à Cadouin les seuls minéraux représentatifs.

La similitude de ce cortège avec celui des deux régions précédentes montre que les conditions de dépôts, d'altération et de reprise des sédiments ont été presque semblables.

V.- GENESE DES FORMATIONS TERTIAIRES CONTINENTALES DE LA DORDOGNE

Nous ne retrouvons pas dans les formations précédemment décrites, l'unité lithologique et minéralogique qui a si bien caractérisé les dépôts continentaux du tertiaire des Charentes.

De Saint-Aulaye à Capdrot, sur 110 km suivant une direction Nord-Ouest-Sud-Est, nous avons distingué deux grandes provinces minéralogiques qui différencient et individualisent d'une part les "Sables du Périgord", riches en disthènes et d'autre part, les formations sidérolithiques proprement dites, riches en tourmalines et staurotides, et très pauvres en disthènes. Ces deux régions sont comprises respectivement entre le Fouilloux et Bergerac et cette dernière ville et Capdrot.

Il a été ainsi possible de montrer que très souvent des dépôts considérés comme probablement sidérolithiques (zone de passage) appartenaient en réalité aux "Sables du Périgord". Néanmoins, il semble cependant exact, notamment dans la région de Bergerac (carrière de Pombonne) que ces sables recouvrent des dépôts locaux de Sidérolithique. Mais nous pensons qu'il faille abandonner l'idée exprimée sur la feuille de Bergerac, d'un épandage sidérolithique continu intercalé entre les assises crétacé et les "Sables du Périgord". La notion d'îlots sidérolithiques recouverts et pour ainsi dire fossilisés par ces Sables, nous semble plus conforme à la réalité, du moins en ce qui concerne les formations situées entre Saint-Aulaye et Bergerac.

Ces deux ensembles détritiques, issus tous les deux des gneiss et des micaschistes comme des granulites du Massif Central, ont subi des altérations d'intensité différente amenant des modifications du cortège minéralogique. Ainsi les "Indices de Vieillesse" (tableau 8) des "Sables du Périgord" ont des valeurs très sensiblement inférieures à I. Ces sédiments semblent n'avoir subi qu'une action mécanique associée à une dissolution chimique assez faible. Au contraire, le Sidérolithique présente des indices supérieurs à I et même à 3, témoignant par là

d'une profonde altération chimique du stock sédimentaire sous un climat chaud, car les influences latéritiques sont sensibles tant à Cadouin qu'à Capdrot. On pourrait imaginer pour ces dernières formations une origine plus spécialement sédimentaire : les assises calcaires du substratum crétacé profondément décalcifiées ne laissant sur place qu'un résidu siliceux. En fait, cette hypothèse ne semble pas conforme à la réalité car les argiles rencontrées sont essentiellement kaoliniques sans traces d'illites. Les grains quartzeux sont relativement grossiers, et leur taille moyenne avoisine le millimètre. D'autre part, leur forme anguleuse à bords non usés ne témoigne pas d'un long séjour dans l'eau et d'une usure marine très poussée, comme on est en droit de l'attendre pour un calcaire marin plus ou moins détritique. Afin de réaliser des comparaisons utiles, le résidu siliceux de quelques échantillons provenant du calcaire sous-jacent a été examiné. En fait, les grains sableux sont petits, d'une taille bien inférieure au demi-millimètre et sont pour la plupart subarrondis ou arrondis et plus ou moins luisants.

L'hypothèse du transport fluviatile des sédiments sidérolithiques, depuis l'aire d'altération de la roche métamorphique jusqu'à son lieu de dépôt, nous apparaît alors comme la plus vraisemblable. Aucune phase marine n'est venue s'intercaler entre la phase d'érosion et de dépôt.

Grâce au forage d'Issigeac, implanté à 30 km à l'Ouest-Sud-Ouest de Cadouin et à ceux de Vauclaire, situés non loin de Montpon-sur-l'Isle, étudiés par M. KLINGEBIEL (20), nous allons tenter d'émettre une hypothèse sur la stratigraphie de ces formations détritiques.

En Issigeac, la sonde a rencontré des sables ferrugineux rapportés au Sidérolithique et dont l'inventaire minéralogique s'est révélé comparable à celui des Eyzies, de Cadouin et de Capdrot. Ces formations reposent sur un calcaire maëstrichtien profondément altéré et sont recouvertes par des calcaires lacustres rapportés à l'Eocène inférieur. Dans ces conditions, les sables sidérolithiques à tourmalines et à staurotides appartiendraient à l'extrême base de l'Eocène inférieur. Il semble parfaitement possible d'attribuer cet âge aux sables et argiles kaoliniques des Eyzies, de Cadouin, de Capdrot et des niveaux inférieurs de la carrière de Pombonne à Bergerac.

Dans ce même forage d'Issigeac, au-dessus des calcaires lacustres de l'Eocène inférieur, des niveaux sableux riches en grenats et disthènes apparaissent. Ces niveaux, à cortège minéralogique identique à celui des sables des niveaux inférieurs de Laveyssière, se retrouvent également dans le forage de Vauclaire. Si nous nous tenons à l'interprétation stratigraphique (M. KLINGEBIEL) du forage d'Issigeac, nous pouvons considérer ces sables comme appartenant à l'Eocène moyen.

Dans ces conditions, les "Sables du Périgord" riches en disthènes et recouvrant les dépôts précédents peuvent être considérés comme postérieurs à ceux-ci. Mais cependant, l'âge est difficile à préciser car le cortège minéralogique de ces sables n'a pas encore été retrouvé dans un sédiment fossilifère. De toute

façon cette disposition stratigraphique va nous permettre de recadrer les sables de la région charentaise dans la succession chronologique de ces dépôts. Nous avons vu en effet que les "Sables du Périgord" remaniaient ces formations charentaises et qu'ils se superposaient à leur dépôt, au Fouilloux notamment. Il en résulte que l'apport détritique continental charentais est antérieur aux "Sables du Périgord". Il est donc d'âge Eocène moyen ou inférieur sans pouvoir préciser plus avant leur datation.

Ainsi au cours du Nummulitique inférieur, les assises crétacé situées en bordure du Massif Central subissent une intense érosion sous un climat tropical ou subtropical. Un épais manteau de sédiments d'origine métamorphique arrachés au Plateau Central et amenés par les cours d'eau, se dépose dans une zone de piedmont. Il y a pénéplanation et vannage des sédiments. Le climat chaud favorise l'appauvrissement en feldspaths et en minéraux lourds fragiles. A cette période, correspondent les dépôts sidérolithiques proprement dits.

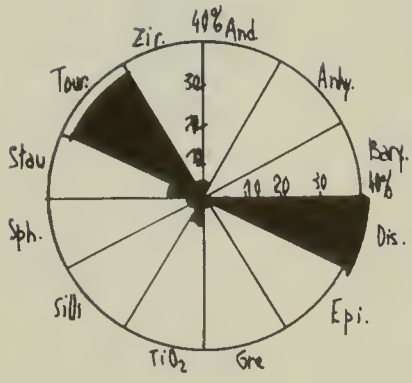
Plus tard, les changements intervenus dans le niveau de base des rivières et dans la distribution hydrographique, et dus probablement aux transgressions et régressions éocènes ainsi qu'à l'orogénèse pyrénéenne, amènent une reprise de l'érosion sur la surface éogène gauchie. L'ancien matériel détritique se trouve de ce fait en rupture d'équilibre et est repris. Parfois mélangé à un apport détritique "neuf", il se trouve également fossilisé par ce nouvel arrivage sédimentaire alors qu'ailleurs, suspendu au-dessus de la nouvelle surface d'érosion, il est isolé et fossilisé dans des karsts.

Au cours de ces changements du niveau de base des cours d'eau, certaines formations sidérolithiques se trouvent ainsi en surélévation par rapport à la pénéplaine gauchie. Elles restent alors soustraites à tout recouvrement. Les eaux superficielles lessivent ces sédiments et contribuent à les amaigrir. Seuls les quartz et les minéraux chimiquement résistants sont respectés. Des infiltrations acides dissolvent les calcaires sous-jacents, des dolines se creusent çà et là ; le matériel argileux s'y concentre. Un réseau hydrographique souterrain se développe dans les calcaires sous-jacents. Le karst apparaît ensuite ; la doline s'effondre et forme une cavité où la lentille argileuse s'enfonce et se replie sur elle-même emprisonnée de toutes parts par les sédiments détritiques environnants. De nouveaux apports sableux appelés par cet effondrement viennent recouvrir et fossiliser l'ensemble.

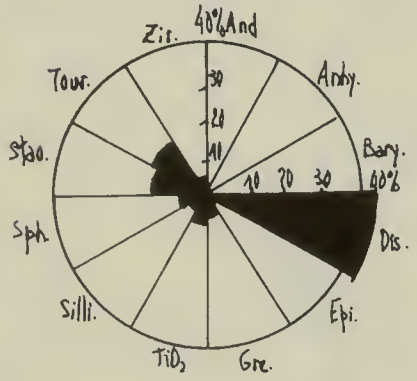
Nous avons pu mettre ainsi en évidence trois phases principales d'érosion du Massif Central au cours du Paléogène : la première, attribuée au Sidérolithique, correspond à une altération et à une décomposition d'horizons latéritiques ; les deux dernières correspondent à une érosion à la fois plus profonde et plus active des zones métamorphiques sous un climat probablement moins rigoureux. Les minéraux réputés fragiles s'y rencontrent en effet en abondance. Ces dépôts appelés "Sables du Périgord" correspondent à la période orogénique de l'Eocène moyen et mettent ainsi en évidence un rajeunissement du relief de la zone centrale sous l'influence des mouvements pyrénéens.

MINERAUX LOURDS

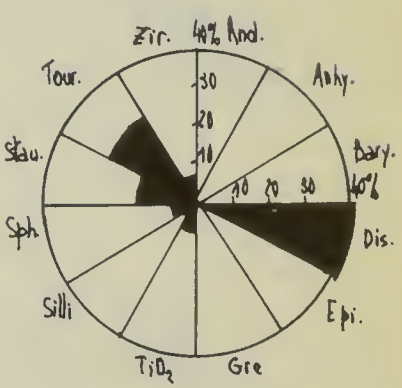
Planche 7 Diagrammes circulaires des pourcentages



GA 3696
Lamothe Coiron



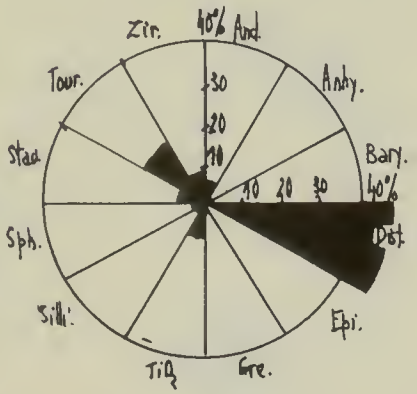
GA 3701
SaintAulaye



GA3705
Chez Parriche



GA 3723
Bourgnac



GA 3724
Eglise Neuve d'Issac

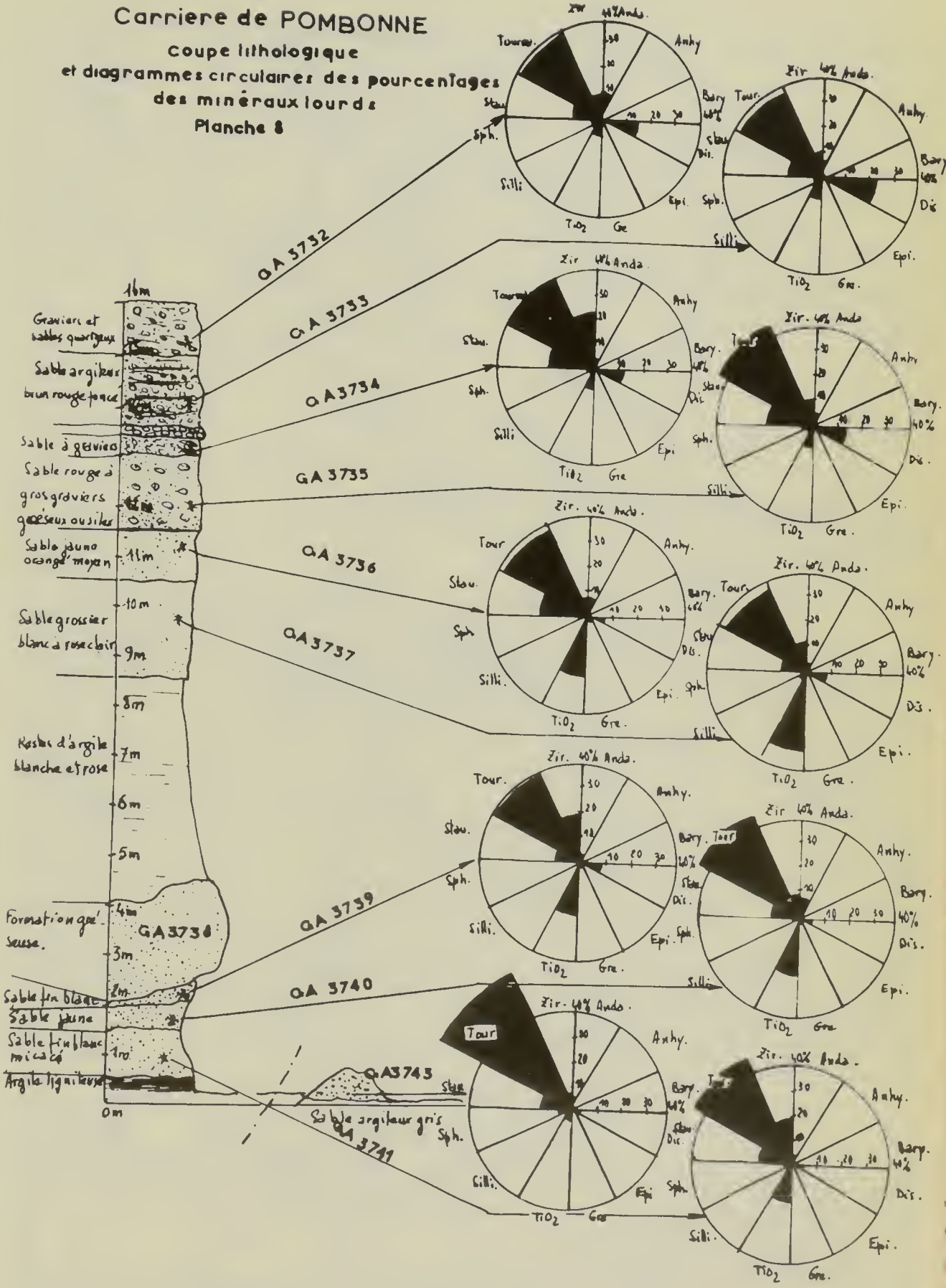


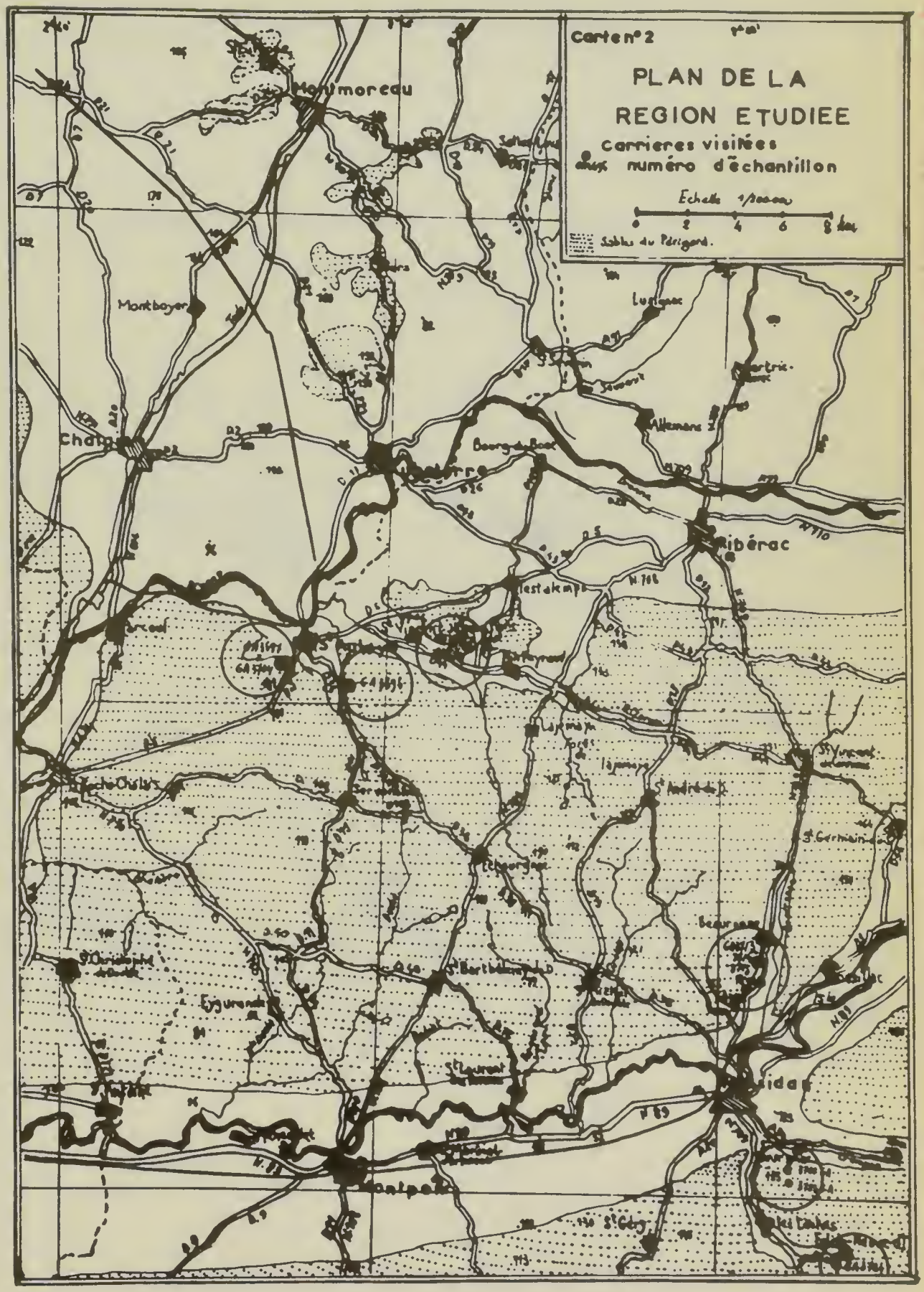
GA 3728
Laveyssière

Carriere de POMBONNE

coupe lithologique et diagrammes circulaires des pourcentages des minéraux lourds

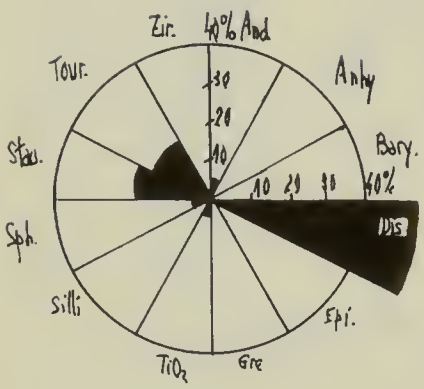
Planche 8



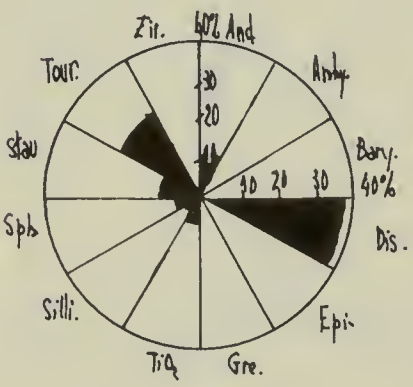

Carte n° 2
PLAN DE LA
REGION ETUDIEE
carrieres visitées
numéro d'échantillon
Echelle 1/200 000
0 2 4 6 8 km
Sables du Périgord.
Montmoreau
Montboyer
Ribérac
St Vincent
St Germain
St Christophe
St Barthélemy
St Laurent
St Cirq

MINERAUX LOURDS

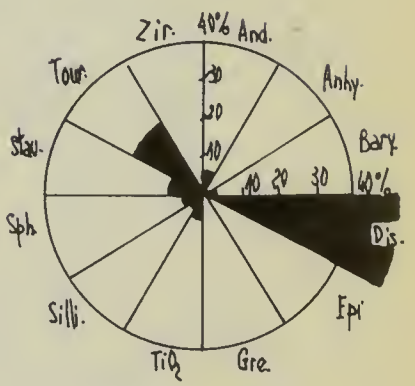
Planche 9 Diagrammes circulaires des pourcentages



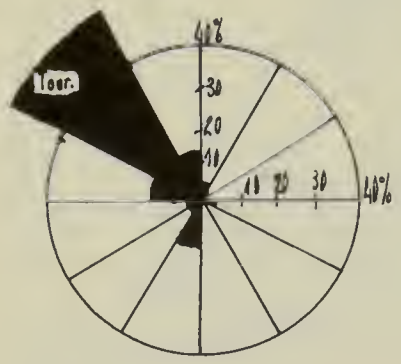
GA 3712
Faye



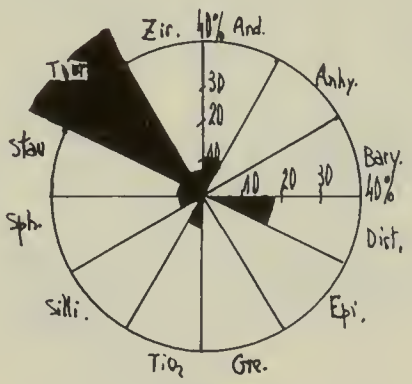
GA 3714
Beauronne



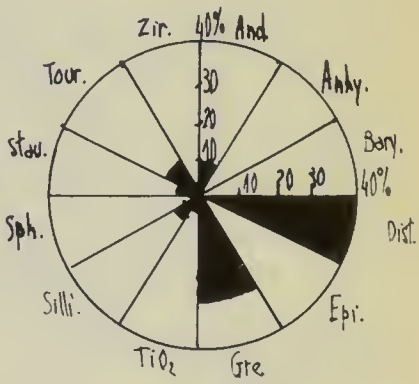
GA 3722
Bourgnac



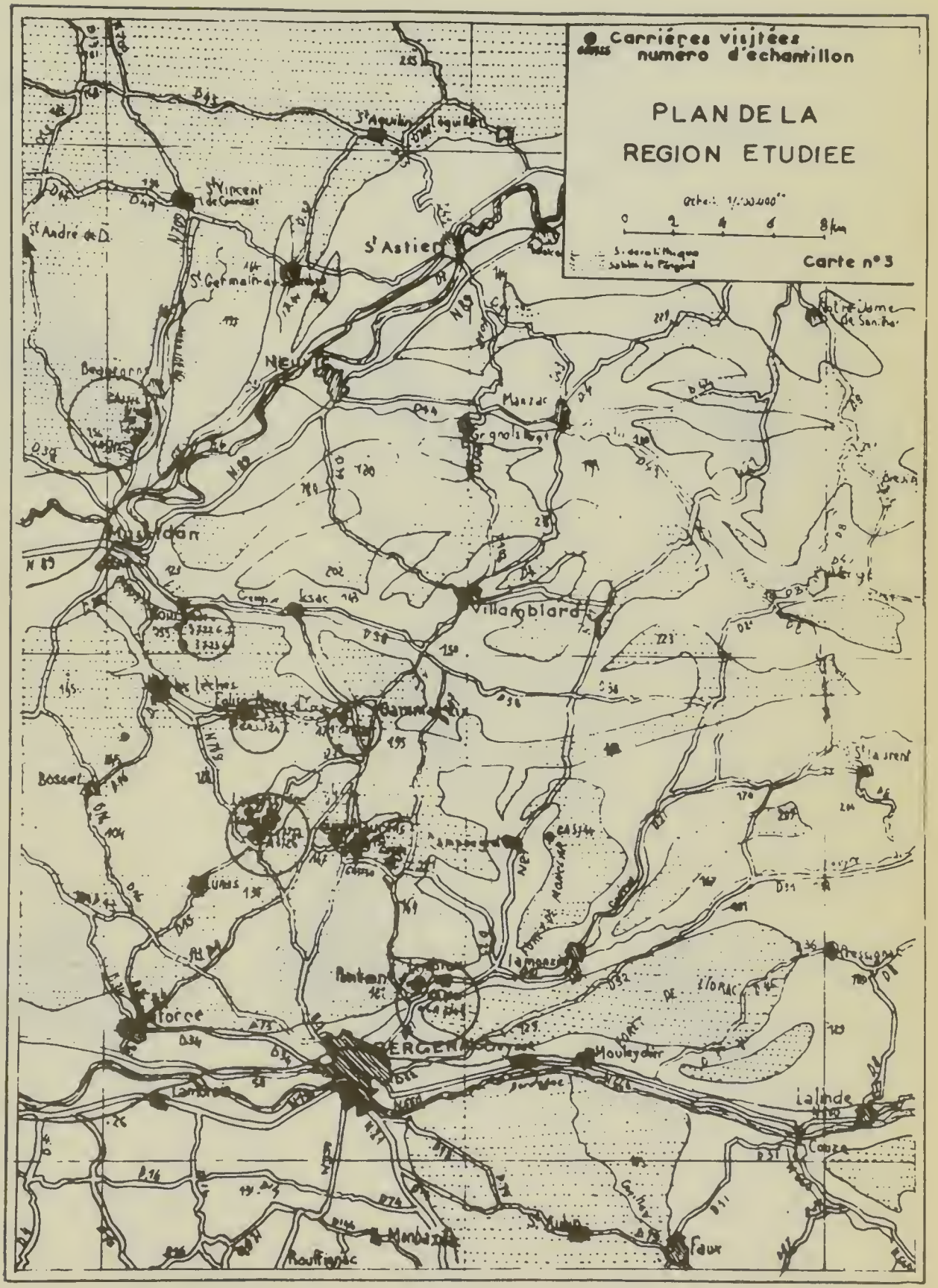
GA 3725
Gammareix



GA 3730
Maurens



GA 3727
Laveyssière


Carrières visitées
numéro d'échantillon
PLAN DE LA
REGION ETUDIEE
0 2 4 6 8 km
Carte n°3
St Astier
Villamblard
Bassel
Lalinde
Faux

MINERAUX LOURDS

Planche 10 **Diagrammes circulaires des pourcentages**

Carrière de Pagenal

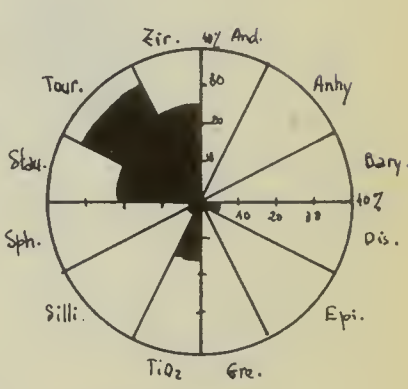
Les Eyzies



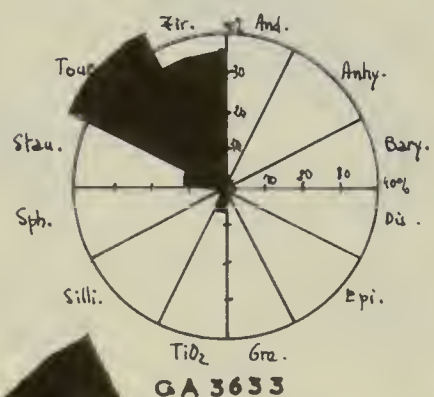
GA3630



GA 3631



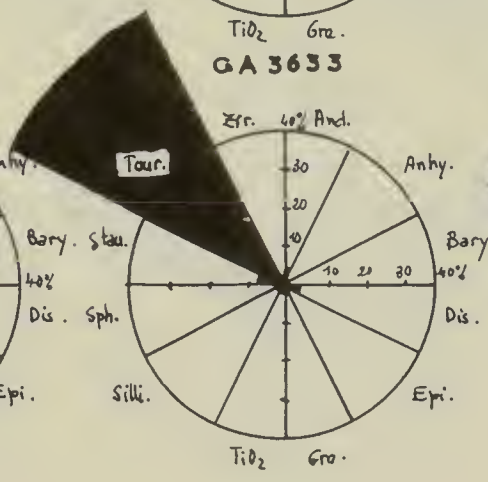
GA 3632



GA 3633



GA3634



GA3635



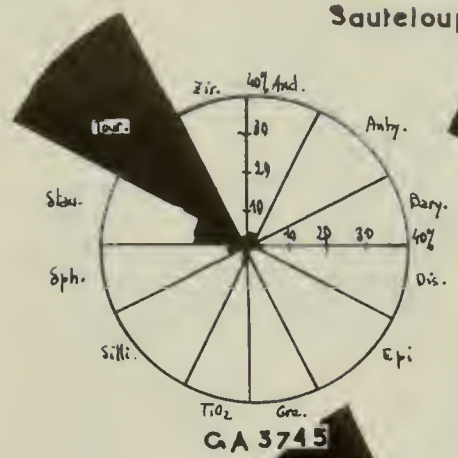
GA 3636

MINERAUX LOURDS

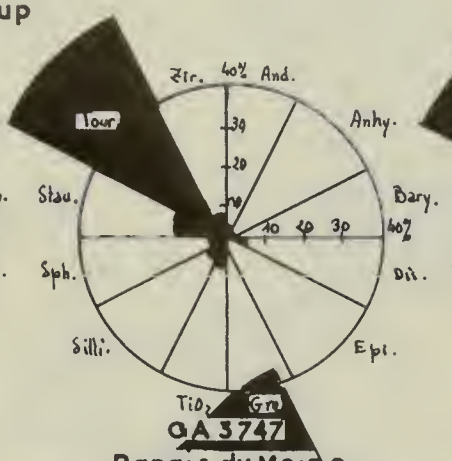
Planche 11 Diagrammes circulaires des pourcentages

CADOUIN

Sauteloup



GA 3745



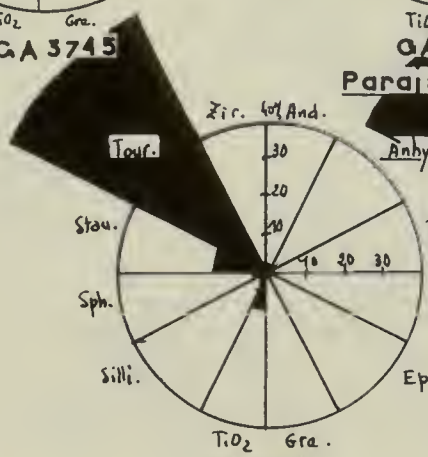
GA 3747

La Croix de carême

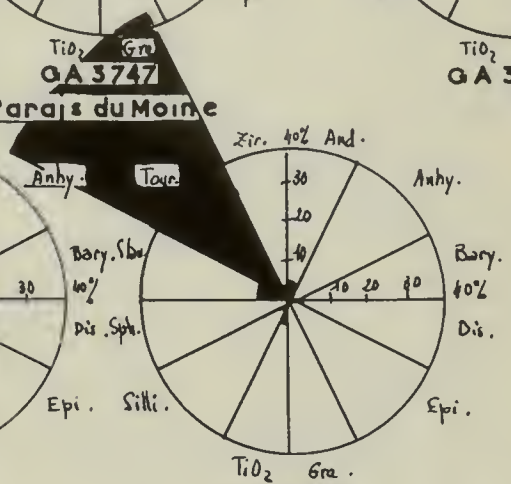


GA 3751

Parais du Moine



GA 3752

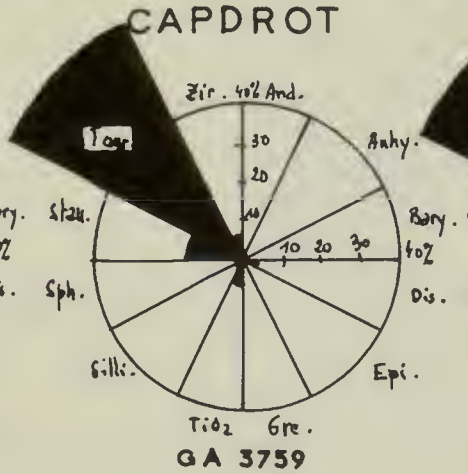


GA 3753

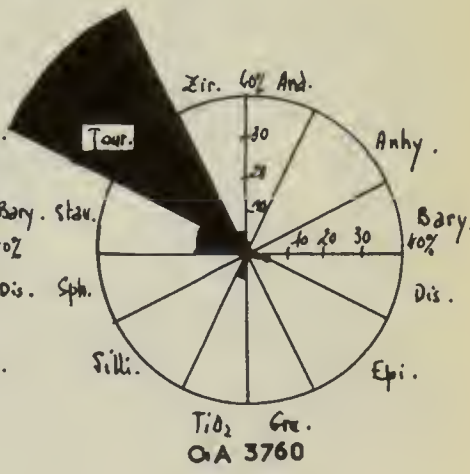
CAPDROT



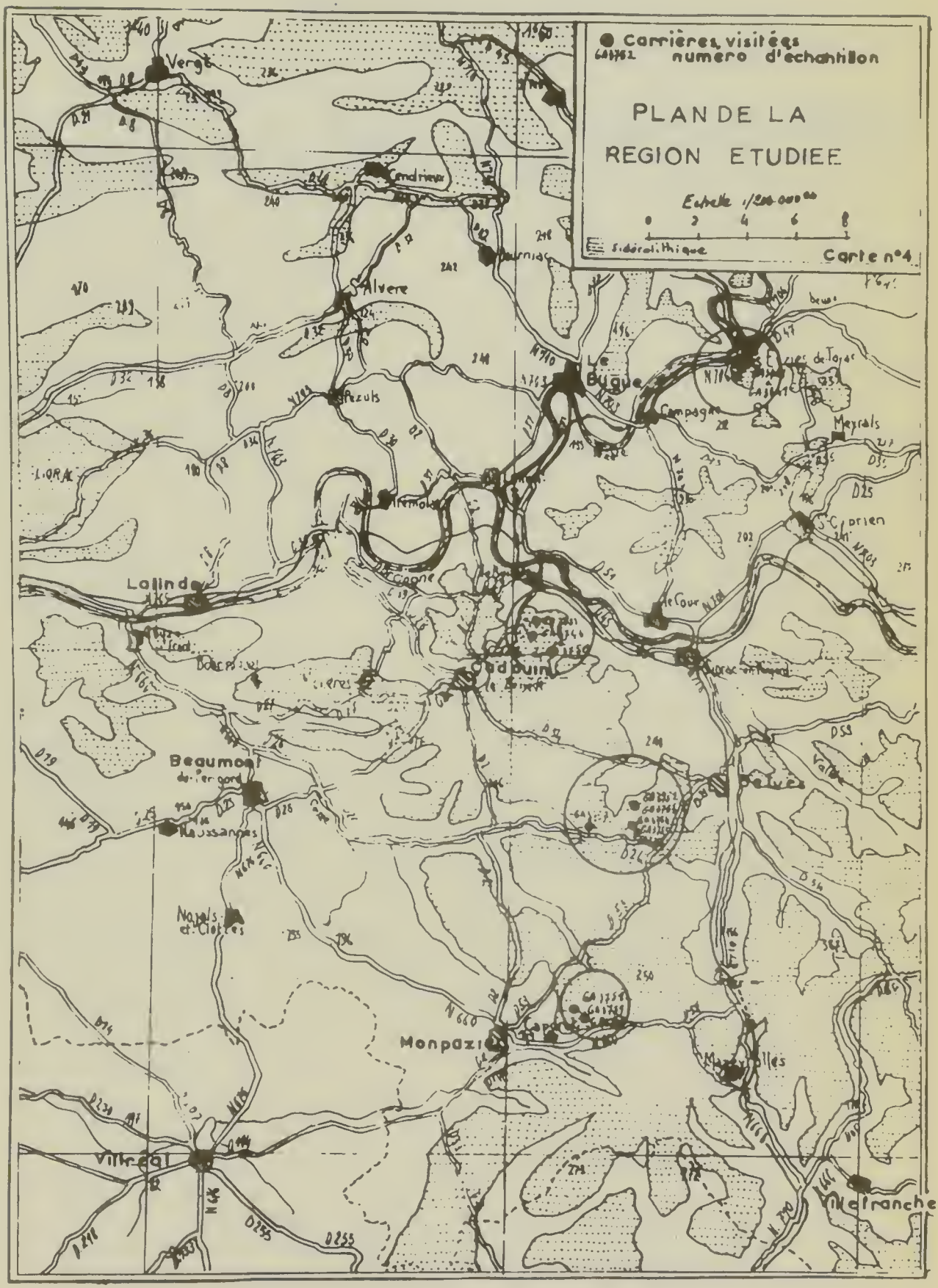
GA 3758



GA 3759



GA 3760


Carrières visitées
numero d'échantillon
PLAN DE LA
REGION ETUDIEE
Echelle 1/200 000
0 2 4 6 8
Carte n°4
Vergt
Cendrieux
Mussidan
Alvère
Le Buisson
Bugue
Campagne
Meyrals
Lalinde
Trémolat
Cadouin
Beaumont
Naussannes
Monpazier
Villefranche

INDICE DE VIEILLESSE I

Formations sidérolithiques des Eysies à la bordure des Pyrénées

Tableau 9

Lieu n° de l'échantillon	Fragiles* en %	Résistants** en %	Résistants / Fragiles = I	Lieu n° de l'échantillon	Fragiles* en %	Résistants** en %	Résistants / Fragiles = I
Les Eyzies				Antin 3			
GA 3630	32	67	2,3	780 m	48	52	1,1
GA 3631	30	70	2,4	782 m	36	64	1,8
GA 3632	28	72	2,6	784 m	63	37	0,6
GA 3633	13	87	6,7	810 m	48	52	1,1
GA 3634	24	76	3,2	824 m	50	50	1
GA 3635	14	85	6,1	Riscle 1 1060 m	42	58	1,4
GA 3636	27	73	2,7	1090 m	46	54	1,2
Cadoin							
GA 3752	16	84	5,2	1130 m	38	62	1 6
GA 3753	12	88	7,3	1145 m	36	64	1,8
GA 3745	24	75	3,1	Geaune 1 198 m	40	60	1,5
GA 3747	22	78	3,5	202 m	30	70	2,3
Capdrot							
GA 3758	21	78	3,7	206 m	30	70	2,3
GA 3759	19	81	4,2	Lussagner 1 599 m	33	67	2,1
GA 3760	18	82	4,5	610 m	35	65	1,8
Bordère 1 707m	34	66	1,9	613 m	43	57	1,4
Bordère 101 738 m	40	60	1,5	624 m	44	56	1,2
Vic Fezensac 1 738 m	37	63	1,7	Lussagnet 7 579 m	31	69	2,3
Auch 1 775 m	32	68	2,1	595 m	28	72	2,6
Saint Médard h1 251 m	28	76	2,6				

*Fragiles: tous les minéraux lourds, sauf tourmalines, rutiles, zircons, anatases

**Résistants: Tourmalines, zircons, rutiles, anatases, brookites

CHAPITRE III

I.- INTRODUCTION

L'étude sédimentologique a été entreprise sur des carottes et des cuttings provenant de sondages pétroliers, mis à notre disposition par la SOCIETE NATIONALE DES PETROLES D'AQUITAINE.

Nous avons dû travailler fréquemment sur des échantillons pesant à peine quelques grammes, aussi nous ne restituerons pas le log lithologique des formations étudiées n'ayant pu disposer d'un matériel assez important, notamment en ce qui concerne les sables d'Antin I où le sommet et la base de cette formation font défaut.

Position des sédiments étudiés :

Les formations nummulitiques du Sud du Bassin d'Aquitaine sont presque partout recouvertes d'une couverture de dépôts continentaux parfois très épaisse et rapportée au Miocène : la Mollasse.

Seuls quelques pointements anticlinaux, tels ceux de Roquefort, Vic Fezensac ou Audignon percent ces dépôts, mettant à jour les formations tertiaires sous-jacentes qui nous sont également connues par les coupes classiques de la bordure Nord-pyrénéenne : Gan, Bos d'Arros, Lasseube, etc. et par la coupe de Biarritz.

Les sondages pétroliers entrepris dans tout le Bassin d'Aquitaine et notamment dans la partie méridionale ont permis de multiplier les points d'observations et de préciser les caractères tectoniques, sédimentologiques et paléontologiques de ces formations. Dès lors, il a été possible d'entreprendre une synthèse stratigraphique et paléogéographique cohérente du Paléogène Sud-Aquitain.

But du travail :

Le sédiment étudié provient d'horizons sableux, azoïques, appartenant aux formations paléogènes, rencontrées au mur de la mollasse continentale dans la partie méridionale du Bassin d'Aquitaine. A. VATAN (42) a examiné le cortège minéralogique de certains de ces niveaux révélés lors des premiers sondages de la S.N.P.A. à Antin, Garlin et Saint-Médard. La comparaison du cortège minéralogique de ces formations à celui de certaines formations tertiaires continentales, de la bordure Nord-Est et Est de l'Aquitaine, a conduit cet auteur à supposer une extension vers le Sud du Bassin, de ces dépôts d'origine centralienne.

Nous avons repris et étendu cette étude à de nouveaux forages situés à l'Est d'une ligne passant aux environs d'Audignon 4 et rejoignant Pau. Les sables francs situés sous la mollasse pyrénéenne n'apparaissent en effet dans les sondages qu'à l'Est de cette ligne. Ils sont situés à des profondeurs variables et reposent sur des formations d'âge également variable. Il n'est donc pas possible, ou du moins très difficile, de recadrer ces ensembles détritiques azoïques dans la stratigraphie locale. Seule une multiplication des forages amenant un resserrement du maillage d'étude permettrait de clarifier ce problème. En conséquence, nous tenterons seulement de déterminer l'origine et le mode de mise en place de ces sédiments. A la faveur de ce travail, nous essaierons d'esquisser un schéma paléogéographique de mise en place de ces formations, ce qui nous permettra d'avancer en hypothèse quant à la succession et à l'âge des dépôts.

Si le toit mollassique, coiffant les sables, présente un faciès et une origine invariable, il n'en va pas de même du mur. Celui-ci peut en effet appartenir aussi bien aux horizons maëstrichtiens qu'aux formations de l'Eocène supérieur. Lorsque nous nous déplaçons de l'Est vers l'Ouest, d'Auch à la région paloise, nous constatons (carte 5) que l'ensemble détritique étudié repose successivement sur le Maëstrichtien, le Danien, le Paléocène, l'Yprésien et même l'Eocène supérieur (Villeneuve-de-Marsan 1). Ces sables gagnent donc le centre du Bassin en reposant sur des formations marines de plus en plus récentes. Ils semblent établir la base de la discordance marquée ensuite très nettement par les dépôts de la mollasse fluvio-lacustre.

Afin de faciliter l'exposé des résultats qui vont suivre, nous avons groupé les forages d'une manière telle que pour chaque groupe les formations étudiées dans ces sondages présentent les mêmes caractères pétrographiques et minéralogiques.

II.- FORAGES DES ENVIRONS D'AUCH

Nous n'avons pu étudier qu'un seul niveau par forage, le seul qui ait été échantillonné au moment du sondage.

1° - Situation des forages et description du sédiment

Les sondages de Bordères 1 (B1 x = 451,875 - y = 165,800 - z = 134,50) et de Bordères 101 (B 101 x = 415,918 - y = 165,750 - z = 135,27) ont traversé 704 m de mollasses avant de rencontrer respectivement 33 m et 34 m de sables fins et grossiers reposant sur le Danien dolomitique. A Vic-Fezensac, (VF1 x = 442,772 - y = 159,660 - z = 124,17) la puissance des sables à passées marneuses est de 46 m ; ils reposent sur les calcaires maëstrichtiens sous 698 m de mollasse. A Auch 1 (Ac1 x = 465,875 - y = 153,735 - z = 180), l'épaisseur des sables passe à 59 m. Le mur est constitué par les calcaires dolomitiques du Danien situés à 124 m de profondeur. Le sédiment essentiellement

sableux devient par endroits gréseux. A Saint-Médard H1 (SMeH1 x = 441,650 – y = 134,930 – z = 180), la sonde n'a rencontré que 224 m de mollasses, puis 225 m de sables et de graviers avant de forer les formations paléocènes.

2° – Description microscopique du sédiment (tableau 10)

a)– *Les éléments légers :*

Le quartz : Les grains de quartz brillants, anguleux et subanguleux dominent largement, sauf cependant à 738 m de profondeur, sur Vic-Fezensac 1, où ils sont brillants, ronds et subarrondis pour la plupart : leur caractère marin ne fait donc pas de doute et nous serions à cet endroit-là dans une zone influencée par l'ingression océanique.

Nous avons mesuré la taille du grain maximum dans le sédiment de chaque forage. L'ensemble est assez homogène puisque la taille de ce grain est comprise entre 3 mm à Ac1 et 6 mm à B101. Le classement de l'ensemble détritique examiné est également bon. Il est difficile de tirer une conclusion de ces éléments, car comme nous l'avons déjà dit, l'échantillonnage est insuffisant.

Autres minéraux : A part quelques paillettes de muscovite à 275 m de profondeur dans le forage de Saint-Médard H1, les sables ne contiennent que des éléments quartzeux. L'absence de minéraux fragiles, comme les feldspaths, prouve que nous avons affaire à un sédiment très amaigri à la suite d'une intense altération subaérienne en milieu désertique ou semi-désertique. (36).

b)– *Minéraux lourds (tableau 10) :*

Minéraux opaques : Les minéraux opaques sont les mêmes dans tous les échantillons. Seule leur importance relative change.

La pyrite, abondante dans les sables de Bordères 101, où elle constitue des moulages internes de Bryozoaires et d'Ostracodes, est peu abondante dans les autres sédiments.

La limonite, fréquente dans les formations de Saint-Médard H1, est pratiquement absente des autres successions.

L'ilménite et le leucoxène sont bien représentés, seulement dans les dépôts d'Auch 1, mais plus faiblement ailleurs.

Nous avons remarqué quelques grains de glauconie à 738 m de profondeur dans le sondage de B 101.

La présence de ce minéral, de moules pyriteux, de Bryozoaires, d'Ostracodes, et la proximité des formations marines de Vic-Fezensac, nous conduisent à supposer ces sédiments comme étant d'origine marine, tout en ayant été déposés à proximité de la côte.

Minéraux transparents : Le cortège minéralogique des ensembles détritiques étudiés demeure dans ses grandes lignes le même dans tous les sondages et il rappelle celui du Sidérolithique de la Dordogne.

La tourmaline, quelquefois bleue, et la staurotide, souvent vermiculée, apparaissent comme les minéraux dominants ; puis viennent les minéraux titanés, où les anatases sont bien représentées, et enfin les zircons. Le disthène en faible pourcentage (4 %) est néanmoins présent. Le sphène, l'andalousite et le grenat constituent les grains accessoires. Tous ces minéraux présentent des traces d'usure mécanique et de corrosion (surtout le disthène) ; ils sont subarrondis et subanguleux, brillants mais aussi excavés et parfois picotés.

Le pourcentage des staurotides sur ces échantillons demeure plus fort que celui des échantillons du Sidérolithique de Dordogne. En ce qui concerne les minéraux titanés, c'est l'inverse qui se produit. Ceci peut s'expliquer aisément par le fait que les mollasses ont soustrait les sables aux agents de l'altération subaérienne. En conséquence, les minéraux relativement fragiles, comme en particulier la staurotide, auront été mieux conservés que ceux des dépôts tertiaires de Dordogne ; et par un "artefact" dû à l'établissement des pourcentages, la quantité de rutile, minéral résistant, varie d'une manière inverse.

Au forage de Vic-Fezensac 1, si dans l'ensemble le cortège ressemble fortement à celui des formations des autres forages, il faut cependant noter une grande abondance de zircons et la présence de grenats. Cette modification secondaire est due au fait que le sédiment étudié est très fin, seule la fraction granulométrique "c", riche en zircons est présente. Il semble donc assez logique d'estimer le cortège minéralogique des sables de Vic-Fezensac 1 comparable à celui des sables rencontrés dans les autres sondages, avec néanmoins une proportion de grenats un peu plus forte.

Si maintenant nous examinons les "Indices de Vieillesse" de ces cortèges, nous constatons qu'ils sont très voisins de 2, ce qui nous permet, ici aussi, de conclure à un long vieillissement, c'est-à-dire à une altération importante de l'ensemble détritique.

Il nous apparaît donc valable de relier minéralogiquement les formations sableuses rencontrées dans les sondages de la région d'Auch aux formations sidérolithiques du Périgord, décrites antérieurement. Cette observation confirme l'hypothèse déjà émise de l'extension loin au Sud-Ouest des produits du démantellement du Massif Central dans le Bassin d'Aquitaine.

III.- FORAGES DE LUSSAGNET - AUDIGNON 6 - GEAUNE 1 - GARLIN

1° - Situation des sondages et description du sédiment :

Sur l'ensemble des 33 forages effectués sur Lussagnet, nous avons étudié ceux de :

Lussagnet Gaz 1 (LuG1 x = 394,496 - y = 167,804 - z = 134,96) ;
Lussagnet gaz 6 (Lug6 x = 395,602 - y = 167,418 - z = 139,46) ;
Lussagnet gaz 7 (Lug7 x = 394,908 - y = 167,163 - z = 134,96) ;
Lussagnet gaz 13 (Lug13 x = 394,10 - y = 167,609 - z = 118,07) ;
Lussagnet gaz 15 (Lug15 x = 394,217 - y = 167,687 - z = 125,75).

A une quinzaine de kilomètres au Sud-Ouest de la structure anticlinale de Lussagnet, nous avons par ailleurs examiné le sondage d'Audignon 6 (A6 x = 382,263 - y = 157,044 - z = 106,60) et tout à côté, celui de Geaune 1 implanté sur la commune de Saint-Loubouer (Gn1 x = 379,392 - y = 156,415 - z = 157,50). Plus au Sud-Est, sur la commune de Lalongue, les forages de Garlin 1 (G1 x = 396,300 - y = 135,625 - z = 180) ; de Garlin 4 (G4 x = 395,000 - y = 136,000 - z = 285,16) ; de Garlin 6 (G6 x = 395,088 - y = 133,179 - z = 186,53), nous ont fourni un complément d'information relativement à l'extension méridionale de cette province sédimentaire (voir localisation des forages sur la carte 5).

Les sables étudiés dans ces forages reposent au toit de l'Yprésien. Tantôt ils se moulent sur les accidents structuraux sous-jacents, c'est le cas à Garlin (Pl. 12), tantôt l'allure tectonique du substratum ne semble pas les affecter, et c'est alors le cas à Lussagnet (Pl. 13).

La puissance et la profondeur de ces niveaux azoïques sont très variables : à Geaune 1, la sonde a traversé 18 m de sables gris et blancs sous 195 m de mollasse. A Audignon 6 (4 km à l'Est de Geaune 1), c'est 38 m de sables grossiers localement argileux qui reposent sous 167 m de mollasse. A Lussagnet, l'épaisseur moyenne des sables est voisine de 40 m et leur profondeur se situe aux environs de 430 m. Par contre à Garlin, cette épaisseur moyenne passe à 0 m sous une couverture mollassique d'environ 70 m.

Tous ces sédiments sableux possèdent une fraction argileuse, sauf ceux de Geaune 1 qui en sont dépourvus.

2° - Etude microscopique du sédiment

a.- *Minéraux légers : (tableaux 11 et 12)*

Le quartz : les grains quartzeux de tous les échantillons examinés sont toujours subanguleux et subarrondis. Ils présentent un aspect généralement brillant, sauf dans quelques niveaux de Lussagnet (Lug1 : 599 m ; 610 m - Lug6 : 783 m - Lug7 : 595 m - Lug13 : 546 m - Lug15 : 559 m) où nous avons trouvé de très nombreux grains mats.

La moyenne du grain maximum évaluée sur chaque forage montre que les sables de Lussagnet sont les plus grossiers : 12,5 mm ; ensuite viennent ceux d'Audignon 6 : 9,5 mm ; ceux de Geaune 1 : 5,5 mm, Garlin : 5,5 mm et enfin Thèze 1 : 4,5 mm.

Nous avons examiné l'ensemble des sondages effectués sur Lussagnet, la granulométrie globale du sédiment s'ordonne en fonction de l'épaisseur du sédiment (Pl. 13). Aux faibles épaisseurs (20 à 40 m) de l'horizon détritique correspond un sable grossier qui passe à un sable moyen, puis fin lorsque la puissance de la formation dépasse 40 m. Il y a donc un classement du sédiment en fonction de la taille du grain du Nord vers le Sud. L'ensemble de ces résultats, lié au fait que les formations présentent souvent une succession de lits argileux, ligniteux, sableux et graveleux, nous conduit à supposer des conditions de sédimentation à caractère deltaïque dans le pays de Lussagnet.

Autres minéraux légers : Les minéraux légers autres que le quartz demeurent peu fréquents. Seuls les échantillons provenant des sondages de Lussagnet renferment des débris ligniteux. Les micas, partout présents, sont exceptionnellement grands à Lussagnet.

A 190 m à Audignon 6 ; 202 m à Geaune 1 ; 271 m à Garlin 6 et 394 m à Garlin 4, nous avons remarqué des spicules d'éponges qui témoignent d'un dépôt marin littoral.

b)– Minéraux lourds (tableaux 13, 14) :

Minéraux opaques : La glauconie est présente partout sauf dans les sables de Lussagnet gaz 1, 13 et 15. La pyrite existe également à tous les niveaux, mais elle semble particulièrement abondante et bien cristallisée à Lussagnet alors qu'à Garlin 6 elle a conservé le moulage de Foraminifères, d'Ostracodes et même de Gastropodes. Quant à la limonite, nous ne l'avons rencontrée que dans quelques niveaux de Lussagnet gaz 1. L'ensemble de ces caractères semble bien confirmer l'hypothèse d'un sable marin littoral à Geaune 1, Audignon 6 et Garlin et fluvio-marin à Lussagnet.

Minéraux transparents : Ces minéraux seront classés en deux groupes : d'une part les grains issus des roches cristallines et d'autre part les cristaux authigènes.

– Minéraux des roches cristallines : Ces grains lourds sont beaucoup plus frais, plus gros et mieux conservés que les minéraux lourds du cortège précédent. Les traces d'usure y apparaissent faibles surtout à Lussagnet.

Le cas est particulièrement net en ce qui concerne le disthène. Dans les sables de Lussagnet particulièrement et à Audignon 6, les disthènes se présentent en tablettes parfois bleutées, longues et plates ; le pourcentage de ce minéral oscille autour de 10 %. A Geaune 1 et Garlin par contre, nous trouvons des grains aux arêtes émoussées, plus ramassés et plus petits, avec un pourcentage réduit (voisin de 5 %).

La staurotide, assez souvent vermiculée, voit son pourcentage varier dans le même sens que le disthène, mais cette variation est plus faible. Elle apparaît dans le sédiment en grains trapus, subanguleux et subarrondis. Les minéraux les plus anguleux se retrouvent à nouveau sur Lussagnet où leur pourcentage oscille aux environs de 20 % comme à Geaune et Audignon. A Garlin 6, le pourcentage ne dépasse pas 15 %. Cette baisse est donc moins importante que pour le disthène. Cela tient au fait que la staurotide chimiquement plus résistante que le disthène est également plus apte à subir un transport long et prolongé, grâce à sa forme trapue et subarrondie.

La tourmaline constitue l'élément dominant du cortège. De couleur brune, elle paraît généralement très fraîche et bien cristallisée. Nous avons noté cependant la présence des variétés "indicolites" et "pastèques" issues des pegmatites.

L'andalousite pratiquement absente du cortège précédent se présente ici en beaux cristaux pléochroïques. Son pourcentage varie en sens inverse de celui du disthène ou de la staurotide. Peu abondante à Lussagnet (1 %), elle passe à 2 et 3 % à Geaune 1 et à Garlin.

L'évolution est la même pour les minéraux titanés (rutiles, anatases et brookites). Rares à Lussagnet et pratiquement absents à Geaune 1, ils se retrouvent dans les sables d'Audignon 6 et de Garlin. Ils montrent d'ailleurs une variation verticale comparable, leur pourcentage diminuant progressivement de la base au sommet. De 14 % à la base, ils passent à 4 % à 175 m, puis à 8 % au toit des sables d'Audignon 6 ; à Garlin 6, de 22 % à 345 m, leur pourcentage tombe à 7 % à 301 m, puis il augmente pour atteindre 8 % à 270 m.

Les sphènes en pourcentage très faible mais constant existent dans tous les échantillons, sauf dans ceux de Geaune 1 d'où ils ont pratiquement disparu.

Le pourcentage du zircon est également très faible à part dans les sables de Geaune. Cela tient seulement au fait que la fraction granulométrique "c", riche en zircons, est seule représentée dans le cortège.

L'épidote, la zoïsite, le grenat, les amphiboles et la monazite, ne dépassent pas à eux tous quelques pour cent.

Si nous adoptons l'hypothèse de A. VATAN au sujet des produits de démolition du Massif Central, l'association disthène-staurotide des sables étudiés, confère à ces sédiments une origine centralienne nette. La majeure partie des éléments détritiques provient surtout des micaschistes, des gneiss. Néanmoins, les roches éruptives acides et les pegmatites contribuent, dans une faible mesure, à donner au cortège minéralogique son visage définitif.

Nous pensons alors que le sédiment déposé à Lussagnet, Garlin, Audignon et Geaune, provient directement du Massif Central sans phase sédimentaire intermédiaire. En effet, les minéraux lourds sont trop gros et trop bien conservés pour avoir subi un remaniement quelconque. Ils proviendraient donc directement des roches cristallines qui leur ont donné naissance.

– Minéraux authigènes : A côté de l'ensemble minéralogique précédent, nous avons rencontré des minéraux authigènes tels que l'anhydrite, l'ankérite et la barytine. Si les deux derniers minéraux ont été facilement identifiés, il n'en a

pas été de même du premier qui se présentait sous forme d'agrégats cristallins à l'aspect laiteux et translucide. L'abondance de ce minéral était telle que nous avons pu effectuer une analyse au diffractomètre à rayons X du résidu lourd, expérimentation qui nous a confirmé la présence de l'anhydrite.

La barytine bien cristallisée en petits cristaux losangiques, possède des arêtes vives et bien conservées. Cet état de conservation prouve que le minéral une fois formé n'a pas été repris, c'est-à-dire que le sédiment n'a pas été remanié après son dépôt.

Ces minéraux authigènes se rencontrent dans les niveaux supérieurs de Garlin 6 (à 271 m), dans tous les échantillons d'Audignon 6 et à la base des sables de Geaune 1 (214 et 226 m). Seuls les sables de Lussagnet n'en possèdent pas. Le fait que ces minéraux se retrouvent à des niveaux différents, ou même n'existent pas dans certains sondages, nous amène à considérer leur formation comme synchrone du dépôt des sables. En effet, si ces minéraux provenaient d'une cristallisation postérieure au dépôt des sables, sous l'influence par exemple d'eaux chargées en sulfates, la masse totale des sables révèlerait de semblables éléments.

D'autre part, nous avons vu que les dépôts ne proviennent probablement pas de formations sédimentaires remaniées. La présence des moules pyriteux de Foraminifères, de Gastropodes et d'Ostracodes, implique nécessairement une sédimentation en milieu marin, littoral.

Lors du dépôt, les conditions physico-chimiques du milieu sont donc telles que certains sulfates et carbonates de fer peuvent précipiter. Cette précipitation peut s'effectuer, soit à la suite d'une concentration des eaux marines par évaporation, soit à la suite d'une augmentation du taux des ions Ba^{++} Ca^{++} et Fe^{+++}, due à l'arrivée d'eaux continentales portant ces ions en solution, ce qui a pour conséquence de provoquer la précipitation de certains sulfates et de certains carbonates par augmentation de leur produit de solubilité.

C'est cette dernière solution qui semble se rapprocher le plus de la réalité.

Les eaux fluviales sont riches en ions fer, calcium, baryum et magnésium, car elles ont lessivé les formations métamorphiques et latéritiques. Cette arrivée supplémentaire d'ions va rompre l'équilibre ionique des sulfates de calcium et de baryum, et des carbonates de magnésium et de fer contenus dans l'eau de mer. Le produit de solubilité de ces sels est dépassé et la précipitation de l'anhydrite, de la barytine et de l'ankérite se produit.

VI. - FORAGES DE THEZE 1 - VILLENEUVE-DE-MARSAN 1 - RISCLE 1 - BASSOUES 1 - ANTIN 1 et 3

1° - Situation des forages et description du sédiment

Bien que dispersés et éloignés les uns des autres (carte 5), les forages de Villeneuve-de-Marsan 1 (VM1 x = 393,966 - y = 184,406 - z = 100,92) ;

Rusicle 1 (Rs1 x = 403,768 – y = 155,355 – z = 103,550) ;
Baassoues 1 (Ba1 x = 419,200 – y = 148,838 – z = 138,290) ;
Thèze 1 (Tz1 x = 385,149 – y = 137,807 – z = 148,760) ;
Antin 1 (At1 x = 435,750 – y = 116,500 – z = 295) ;
Antin 3 (At3 x = 435,144 – y = 118,130 – z = 257,350)

seront étudiés ensemble car les sédiments intéressés présentent les mêmes analogies minéralogiques.

Lorsque nous examinons les trois coupes stratigraphiques passant, l'une par At2, At3, Maubourguet 1, G6 et Tz1, l'autre par A4, Gn1, Rs1, Ac1 et enfin la dernière par VM1, Nogaro 1 et Maubourguet 1, nous constatons que l'Adour coule sur l'emplacement d'une profonde dépression structurale, comblée par la molasse miocène. Cette dépression inexistante à l'Yprésien s'amorce déjà lors du dépôt des sables. Nous retrouvons en effet ces sédiments respectivement à 1047 m, 1035 m et 1018 m de profondeur à Rs1, Ba1 et Maubourguet 1, avec des épaisseurs respectives de 120 m, 165 m et 188 m contre 32 m à VM1, 43 m à At3 et 124 m à At1 (Pl. 15).

Tous ces sables reposent sur l'Eocène inférieur, sauf à Villeneuve-de-Marsan 1 où ils forment le toit de l'Eocène supérieur. Le sédiment est constitué, dans ce forage, d'un sable quartzeux grossier, alors que celui des autres sondages est plutôt sablo-argileux, voire même légèrement marneux avec une faune rare d'Ostracodes et de Nummulites remaniées notamment à Antin 1 et Thèze 1.

2° – Etude microscopique du sédiment :

a) — *Minéraux légers (tableaux 15 et 16) :*

Le quartz : Les grains quartzeux brillants, subanguleux et subarrondis demeurent toujours très abondants. Dans quelques niveaux, nous avons cependant rencontré une forte proportion de quartz mats (Ba1 : 1050 m, 1137 m ; At3 : 722 m, 784 m ; Rs1 : 1090 m, 1145 m) ou en grains arrondis (Ba1 : 1035 m, VM1 : 385 m).

Dans l'ensemble le calibrage granulométrique est assez bon ; la taille du grain maximum est faible et varie peu d'un forage à l'autre : 3 mm en moyenne à VM1, 6 mm à Ba1 ; 7 mm à Rs1 ; 4,5 mm à Tz1 et 5 mm à At1 et At3. La taille de ces particules détritiques est donc bien plus faible que la taille du grain maximum des sables des forages précédents.

Autres minéraux légers : Sauf à At1 et At3, le quartz ne constitue plus le seul élément détritique dominant du résidu léger. Des agrégats siliceux, des débris gréseux et ligniteux se manifestent avec, parfois en très forte quantité des débats schisteux, notamment à Ba1, At3 et au sommet des sables de Tz1. Le *gypse en grains blancs, gris, opaques est très abondant,* et nous avons même trouvé à 1039 m à Rs1 une petite rose du désert. Il faut également noter la présence de nombreux feldspaths altérés et blanchâtres. Seuls les sables en Tz1 en sont dépourvus.

L'abondance des minéraux fragiles et facilement altérables, comme les feldspaths ou les débris schisteux témoigne d'une érosion active des roches cristallines et impliquent un transport assez bref du matériel détritique sans altération subaérienne prolongée.

b)- Minéraux lourds :

Minéraux opaques : Ces minéraux sont rares. Nous avons rencontré seulement quelques grains de glauconie, en particulier dans les sables de Ba1 et de la pyrite, notamment dans les niveaux inférieurs des sables de At3, mais en quantité plus faible et moins bien cristallisée que dans les sables de Lussagnet.

Minéraux transparents :

- Minéraux des roches cristallines : En ce qui concerne Ba1, les renseignements donnés par les minéraux lourds transparents ne peuvent fournir que des indications partielles, car l'anhydrite très abondante, masque dans les lames l'observation des autres grains. Seuls quelques niveaux de la base des sables (1173 m et 1197 m) assez pauvres en anhydrite ont pu être comptés.

Les minéraux lourds contenus dans les sables rencontrés dans tous ces sondages sont petits, subanguleux et subarrondis, à bords émoussés et aux faces assez fréquemment corrodées, tout comme s'ils avaient été repris de sédiments plus anciens. Seuls les minéraux lourds des sables de Tz1, rappellent ceux rencontrés à Garlin 6 et Geaune 1.

L'éventail minéralogique des sables demeure très homogène et les écarts de pourcentages de chaque espèce minérale sont relativement faibles d'une coupe à l'autre (tableaux 17 et 18).

Les tourmalines, les zircons, les staurotides, les minéraux titanés, les disthènes, les andalousites *et aussi les grenats* constituent les espèces minérales dominantes du cortège. La grande abondance du grenat différencie ce cortège minéralogique des cortèges déjà étudiés.

Les sphènes, les épidotes, les sillimanites et quelques très rares amphiboles et zoïsites représentent les minéraux secondaires.

Dans ce cortège nous retrouvons à nouveau des disthènes et des staurotides souvent vermiculées. Le sédiment aurait donc une origine centralienne plus ou moins lointaine. Les caractères d'usure des grains plaident en faveur d'un remaniement de formations sédimentaires détritiques. M. ELLOY a montré dans son étude sédimentologique des "niveaux sablo-gréseux du Paléocène à faciès flysch du Sud de l'Aquitaine" que les sables dits "supérieurs" de ces formations possédaient le cortège minéralogique de nos sables ; en plus ces sables "supérieurs" contiennent des feldspaths.

Il nous semble alors possible de considérer les sables déposés sous la mollasse d'Antin, Riscle, Bassoues et Villeneuve-de-Marsan, comme des formations provenant d'un remaniement des horizons paléocènes de la bordure pyrénéenne et de l'érosion des jeunes Pyrénées.

Une diminution assez importante du pourcentage des grenats dans les sables de Thèze 1 s'opère (tableau 16) au bénéfice du disthène, de la staurotide et de

l'andalousite. Le cortège minéralogique des sables de Thèze 1 apparaît en conséquence assez comparable à celui des sables de Geaune, Audignon, Lussagnet et Garlin. En réalité, il en diffère malgré tout par sa teneur en grenats. Il semble donc que nous nous trouvions à Thèze dans une zone à double influence ; d'une part, des apports détritiques abondants venus de la zone de Geaune, Lussagnet, Garlin et d'autre part un épandage détritique riche en grenats provenant des sables paléocènes remaniés. Nous aurions donc à Thèze 1 un mélange des formations sableuses de Lussagnet et de la bordure Nord-Pyrénéenne.

– *Minéraux authigènes.* Tous les sables étudiés, mais plus particulièrement ceux de Bassoues 1 et de Riscle 1, renferment des minéraux authigènes : Anhydrite, ankérite, barytine. La présence de ces minéraux d' "évaporites" souligne ici aussi la fin d'une période marine et l'établissement d'un régime continental franchement marqué par le dépôt des mollasses miocènes.

VI. – RESUME ET CONCLUSIONS

1° – Résumé

Nous avons distingué, sous les mollasses miocènes du Sud du Bassin d'Aquitaine, trois ensembles détritiques différents :

a)– Un premier ensemble qui intéresse les sables rencontrés à Saint-Médard H1, Auch 1, Bordères 101 et 1 et Vic-Fezensac 1. Ces formations détritiques, essentiellement quartzeuses, à grains bien calibrés, possèdent un cortège minéralogique à minéraux petits et émoussés, riche en tourmalines et staurotides, mais pauvre en disthènes, tout comme celui des formations sidérolithiques de Cadouin et des Eyzies. Cet ensemble représenterait donc l'extension Sud-Ouest des formations tertiaires continentales de l'Eocène inférieur.

b)– Un deuxième ensemble correspond aux formations rencontrées à Lussagnet, Garlin, Geaune et Audignon 6. Le sédiment y est généralement grossier, essentiellement quartzeux, quelquefois pyriteux, et toujours assez mal calibré. Les minéraux lourds y apparaissent très bien conservés, anguleux et à peine émoussés. Le cortège est riche *en disthènes, staurotides et tourmalines.* Nous avons constaté la présence de glauconie, de spicules, de moules internes, de Foraminifères et *l'existence de minéraux authigènes* (sauf à Lussagnet). Nous en avons conclu que les sédiments détritiques venus directement du Massif Central ont formé un vaste delta aux environs de Lussagnet. Les courants côtiers ont partiellement étalé ces dépôts sur le plateau continental où le mélange des eaux marines et fluviales a amené la précipitation de minéraux authigènes tels que l'anhydrite, la barytine et l'ankérite.

c)– Enfin, le dernier ensemble détritique groupe les sables de Villeneuve-de-Marsan 1, Riscle 1, Bassoues 1, Antin 1 et 3 et Thèze 1. Ces formations se différencient très nettement des deux ensembles précédents : dans le résidu léger se trouvent mélangés aux grains de quartz, *du gypse, des feldspaths et des éclats de schistes,* absents des autres ensembles détritiques.

Dans la fraction lourde, *l'anhydrite, surtout l'ankérite et la barytine,* constituent souvent l'essentiel de la fraction. Les minéraux lourds issus des roches cristallines ont un aspect usé et émoussé, et le *grenat apparaît pour la première fois en abondance* au sein du cortège minéralogique.

Cet ensemble détritique proviendrait de la destruction des formations sédimentaires de la couverture pyrénéenne et de leur remaniement, notamment des sables "supérieurs" du Paléocène, issus eux du Massif Central. Les conditions étaient telles que les "évaporites" ont pu précipiter.

2° – Conclusions :

Du point de vue stratigraphique, il n'est pas possible, comme nous l'avons vu au début de ce chapitre, de préciser la chronostratigraphie de ces dépôts. Néanmoins, nous pouvons faire une remarque : l'ensemble détritique 1 semblable au Sidérolithique de Dordogne et reposant comme lui sur le Crétacé, appartiendrait donc, comme celui-ci, à l'Eocène inférieur. Les deux autres ensembles qui reposent au toit des formations marines de l'Eocène inférieur (Yprésien notamment), sont par conséquent plus récents. Quant à savoir si les ensembles détritiques 2 et 3 sont des faciès isopiques ou hétéropiques, la documentation actuellement possédée et interprétée rend ce problème encore difficile à résoudre.

Au point de vue paléogéographique, nous pouvons synthétiser les résultats obtenus de la manière suivante :

Le climat chaud du début de l'Eocène favorise une intense altération latéritique des zones cristallines du Massif Central et de son auréole sédimentaire. Les formations détritiques issues de cette attaque, reprises et amaigries par les agents de l'altération subaérienne, ne conservent plus, quelle que soit la roche d'origine, que les espèces minérales les plus résistantes : quartz, minéraux lourds ubiquistes, et un peu de staurotide. Les fleuves reprennent, transportent et étendent ce matériel sur toute l'étendue du Bassin d'Aquitaine. En conséquence, les formations détritiques de l'Eocène inférieur seront uniformément marquées dans toute l'Aquitaine par le même cortège minéralogique formé de minéraux ubiquistes et d'un peu de staurotide.

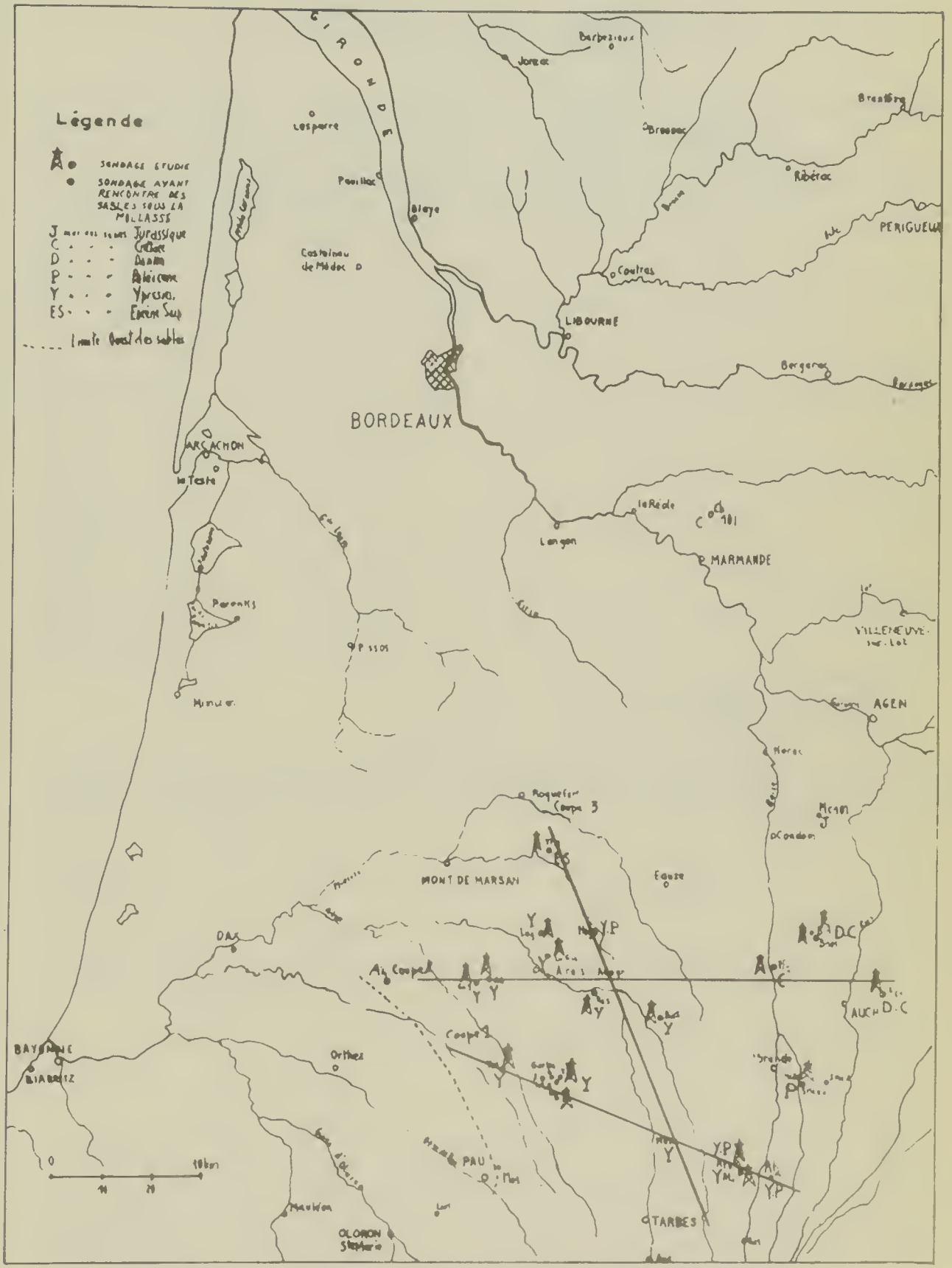
A cette époque, le Massif Central règle seul la sédimentation détritique en Aquitaine, la pente générale du Bassin est sensiblement Nord-Est–Sud-Ouest et les cours d'eau suivent cette orientation. Cette configuration sera conservée jusqu'à la phase paroxysmale des Pyrénées au Lutétien moyen. Donc, à la fin de l'Yprésien, des fleuves venus du Massif Central transportent les sédiments et les déposent dans le fond du golfe Aturien en le comblant peu à peu. Un de ces cours d'eau devait s'épanouir en un large delta aux environs de Lussagnet.

Il est possible qu'à partir de cette époque les conditions climatiques se soient adoucies. L'altération continentale est en effet moins profonde et les sédiments transportés à la mer par les cours d'eau représentent mieux, par leurs cortèges

minéralogiques, les roches cristallines qui leur ont donné naissance : micaschistes, gneiss, granulites et pegmatites. Moins altérés, les cortèges se diversifient, des zones minéralogiques apparaissent alors dans les formations sableuses, zones qui s'interpénètrent dans la succession verticale et horizontale des dépôts. Ces nouvelles formations érodent et remanient les dépôts précédents qui peuvent même être totalement enlevés par place, transportés plus loin, mélangés et recouverts par un matériel neuf.

A partir du Lutétien supérieur, après le paroxysme pyrénéen, la pente générale du Bassin d'Aquitaine change. La plateforme aquitaine a basculé du Sud vers le Nord. Les fleuves centraliens changent de direction et coulent maintenant vers l'Ouest ou le Nord-Ouest. Il en résulte que la zone Sud, au voisinage des Pyrénées, est soustraite aux apports du Massif Central. Des fleuves issus des Pyrénées orientent par contre leur cours du Sud vers le Nord et érodent la couverture sédimentaire nouvellement émergée, remaniant en grande partie, dans le Sud du Bassin d'Aquitaine, les formations détritiques précédemment déposées. Seules les zones hautes de la plateforme sont épargnées et conservent les sédiments antérieurement déposés, tel est le cas des sables de Garlin, Geaune, Aubignon et Lussagnet.

A partir de cette période, les cortèges minéralogiques des formations détritiques du Nord et du Sud du Bassin d'Aquitaine se différencient de plus en plus net fur et à mesure que l'érosion pyrénéenne s'accentue. Cette phase détritique, correspondant dans le Sud du Bassin à l'ensemble 3, annoncerait alors l'apparition des mollasses miocènes qui viendront par la suite oblitérer toutes ces formations sableuses sous une épaisse couverture de sédiments continentaux essentiellement pyrénéens.



carte 5 SITUATION DES FORAGES ETUDIES

ENSEMBLE DES SABLES DE LA REGION D'AUCH

Tableau 10

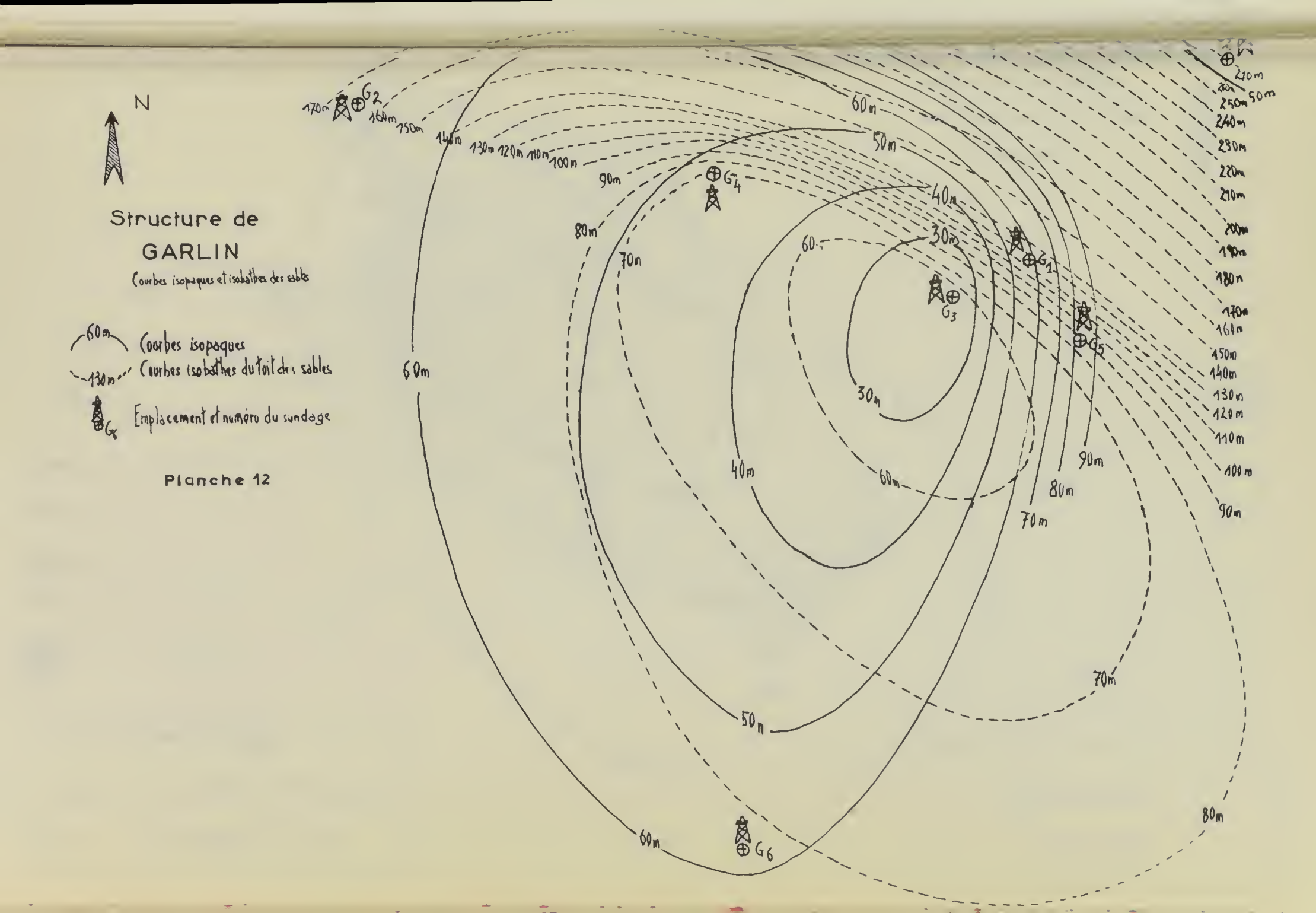
Minéraux légers

Nom et cote du sondage	Morphoscopie: Mats	Brillants	Ronds	Subarrondis	Subanguleux	Anguleux	Calibrage: Bon	Mauvais	Forme: Eclats	Grains	Taille en mm du plus grand Maximum	Spicules	Quartz Bipyramidé	Agregats siliceux	Micas	Feldspaths	Lignite	Silex	Schistes	Gypse
Borderes 1 707m		—		—			—			—	5		---			---				
Borderes 101 101 738m		—		—			—			—	6		---							
Vic Rezensac 1 738m		—		—			—			—	1		---							
Auch 1 775m		—			—		—			—	3									
Saint Médard H1		—			—		—			—	4		---		—			---		
Les Eyzies GA. 3632 ?		—				—		—	—				---							

--- Peu abondant
= Abondant
— Très abondant
~~> Staurotide Vermiculée

Minéraux lourds

Nom et cote du sondage	TOURMALINE	ZIRCON	TITANES	STAUROTIDE	DISTHENE	GRENAT	ANDALOUSITE	SPHENE	EPIDOTE	AMPHIBOLE	ANHYDRITE	BARYTINE	PYRITE	GLAUCONIE	LIMONITE	ILMENITE LEUCOXENE
B 1 727 m	50	8	7,5	25,5 ~~>	3,5			4	0,5				---		---	---
B 101 738 m	46,5	9	4	28 ~~>	6	2	2	1,5					—	---	---	---
VF1	20	38	5,2	21 ~~>	5,5	6,5	2,5	1,5	0,5				---		---	---
Ac 1 775 m	53	9	5	31 ~~>	2			1					---		-·-	—
S Me H1	44	9,5	13	18,5 ~~>	3,5	1,5	1,5	3					---		—	---
Les Eysles GA. 3632	34,5	23	14,5	20 ~~>	5		0,5	2,5					---		—	---

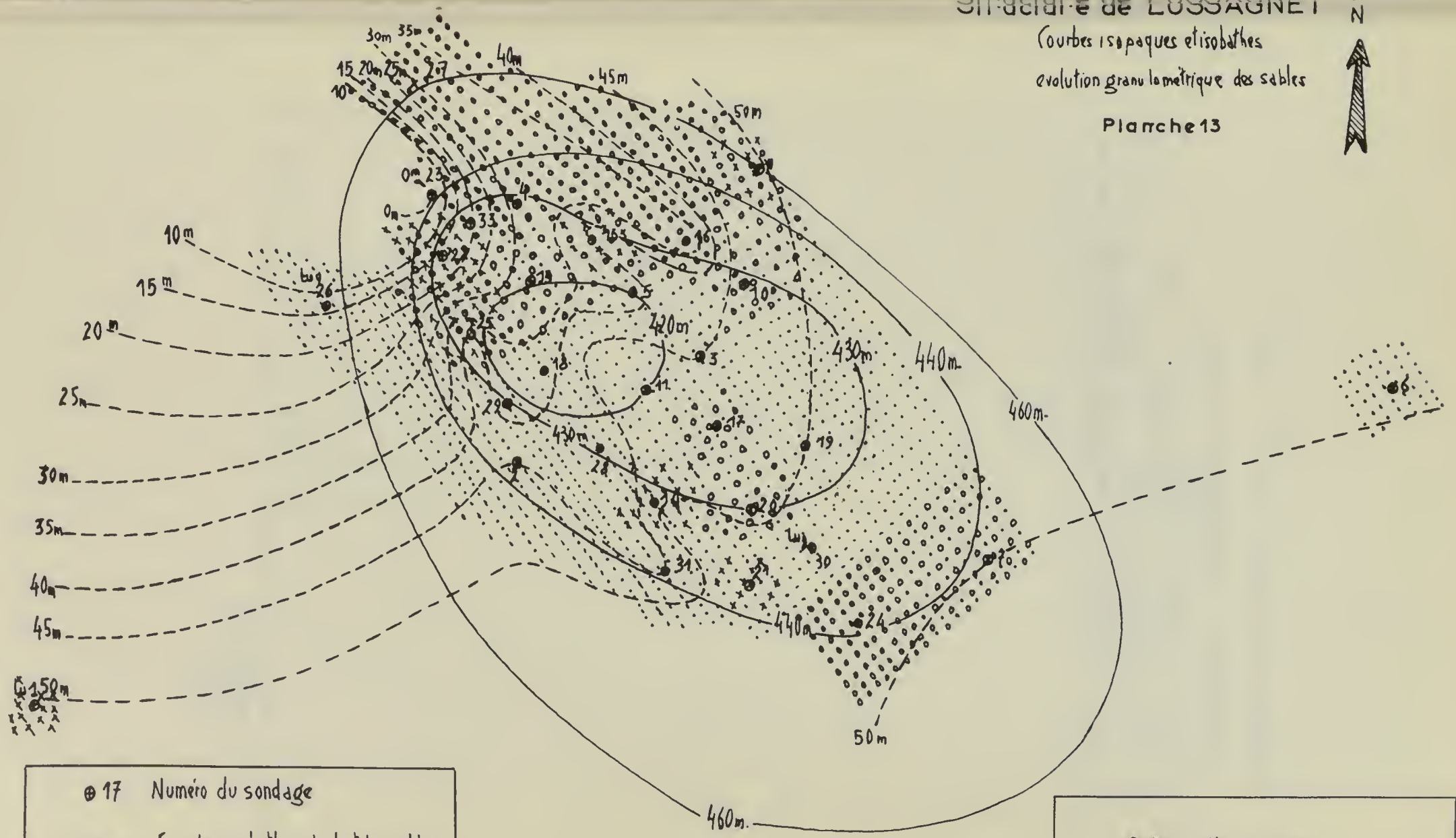

N
Structure de
GARLIN
Courbes isopaques et isobathes des sables
60m Courbes isopaques
130m Courbes isobathes du toit des sables
Gx Emplacement et numéro du sondage
Planche 12
G1
G2
G3
G4
G5
G6
60m
50m
40m
30m
70m
80m
90m
100m
110m
120m
130m
140m
150m
160m
170m
180m
190m
200m
210m
220m
230m
240m
250m

Structure de LUSSAGNET

Courbes isopaques et isobathes

évolution granulométrique des sables

Planche 13



ETUDE DE LA FRACTION LÉGÈRE

SABLES de GEAUNE I et GARLIN 6

Tableau 11

Nom et cote du sondage	Morphoscopie						Calibrage		Forme		Taille en mm du Grain Maximum	Spicules	Quartz bipyramidé	Agrégats siliceux	Micas	Feldspaths	Lignite	Silex	Schiste	Gypse
	Mats	Brillants	Ronds	Subarrondis	Subanguleux	Anguleux	Bon	Mauvais	Eclats	Grains										
Geaune 1 198 m		—		—	—			—		—	6									
Gn 1 202 m		—			—		—			—	4	—								
Gn 1 206 m		—			—		—			—	4									
Gn 1 214 m		—			—		—			—	6			—						
Gn 1 226 m								—		—	7				—					
Garlin 6 271 m		—		—	—		—			—	3	- - -			—	- - -				
G 6 277 m		—		—	—			—		—	5									
G 6 301 m		—			—			—		—	15									
G 6 315 m		—		—	—			—		—	8				—	- - -				
G 6 341 m		—		—	—			—		—	6				—					
G 6 345 m		—			—		—			—	9				—	- - -				

— Très abondant
— Abondant
- - - Peu abondant

ETUDE DE LA FRACTION LEGERE

SABLES de LUSSAGNET 1 à 7 et d'AUDIGNON 6

Tableau 12

Nom et cote du sondage	Morphoscopie						Calibrage		Forme		Taille en mm du Grain maximum	Spicules	Quartz bipyramidé	Agrégats siliceux	Micas	Feldspath	Lignite	Silex	Schistes	Gypse
	Mats	Brillants	Ronds	Subarrondis	Subanguleux	Anguleux	Bon	Mauvais	Eclats	Grains										
Lussagnet gaz 1 599,5m	—				—		—			—	5			—	—					
Lu G1 610,6m	—	—		—	—			—		—	6			—	—					
Lu G1 613,5m		—			—			—		—	12			- - -						
Lu G1 623,5m		—			—			—		—	13									
Lussagnet gaz 7 589m	—	—		—				—		—	7			- - -	—					
Lu G 7 595m	—			—	—			—		—	12									
Lu G 7 626,5m		—			—			—		—	6				—					
Audignon 6 165 m		—		—			—				4									
A6 175 m		—		—				—		—	10									
A6 190 m		—		—	—			—		—	11			- - -						
A6 205 m		—			—			—		—	13									

- - - peu abondant
——— abondant
▬▬▬ très abondant

CORTÈGE MINÉRALOGIQUE DES SABLES

GEAUNE 1 et GARLIN 6

Tableau 13

Nom et cote du sondage	Tourmaline	Zircon	Titanés	Staurotide	Disthène	Grenat	Andalou.	Sphène	Epidote	Ankérite	Anhydrite	Barytine	Pyrite	Glauconie	Limonite
Geaune 1 198 m	47,5	8	3,5	27	3		2,5		1				- - -	- - -	
Gn 1 202 m	50	19	4	17 ~~~	4,5		4		1						- - -
Gn 1 206 m	62	8	2	22	6		1						- - -	- - -	- - -
Gn 1 214 m	40	12	3	24	6		3			- - -	▬	—	- - -	- - -	
Gn 1 226 m	43	9	3,5	19	9		3			- - -	▬	—	- - -	- - -	- - -
Garlin 6 271 m	40	6	13	15 ~~~	12		7	2,5		- - -	▬	—		- - -	
G 6 277 m	47,5	5,5	5	16 ~~~	7,5		6,5	8		- - -	- - -	- - -			
G 6 301 m	56	2	2,5	18 ~~~	6		2,5	4	2				▬		
G 6 315 m	52	6,5	11	15 ~~~	2		1,5	4		- - - -			▬	- - -	
G 6 341 m	33	10	6	16 ~~~	6		3	5	2				▬	- - -	
G 6 345 m	47	9	19	17	7	1		5	2	- - -			▬		

~~~ Staurotide vermiculée

- - - peu abondant
——— abondant
▬▬ très abondant
~~~

CORTÈGE MINÉRALOGIQUE DES SABLES

de LUSSAGNET 1 et 7 ET AUDIGNON 6

Tableau 14

Nom et cote du sondage	Tourmaline	Zircon	Titanés	Staurotide	Disthène	Grenat	Andalousite	Sphène	Epidote	Ankérite	Anhydrite	Barytine	Pyrite	Glauconie	Limonite
Lussagnet gaz 1 599,5 m	62	3	1,5	17,5	7,5		0,5	6	2						---
Lu G1 610,5 m	58	4,5	2,5	19	7		1,5	7					▬		
Lu G1 613,5 m	45	6	6,5	27,5 ∿	11	0,5	0,5	7					▬		---
Lu G1 623,5 m	55	5	6	24 ∿	2,5		0,5	7,5					—		
Lussagnet gaz 1 579 m	47	15	7,5	19	4,5		1,5	0,5	1,5				▬		
Lu G7 595 m	44	12	6	22,5 ∿	8		0,5	1,5	1,5						---
Lu G7 620,5 m													▬		
Audignon 6 165 m	31	9	7	16	8	2	4,5	6	2,5	0,5	12	1	▬	—	
A 6 175 m	28	8	4,5	16	12		0,5	5		0,5	16,5	9	—		
A 6 190 m	45	4	3,5	18 ∿	11		6	8	1	x	4	v	—	—	
A 6 205 m	52	6	14	12	8	2	4	7	1				—		

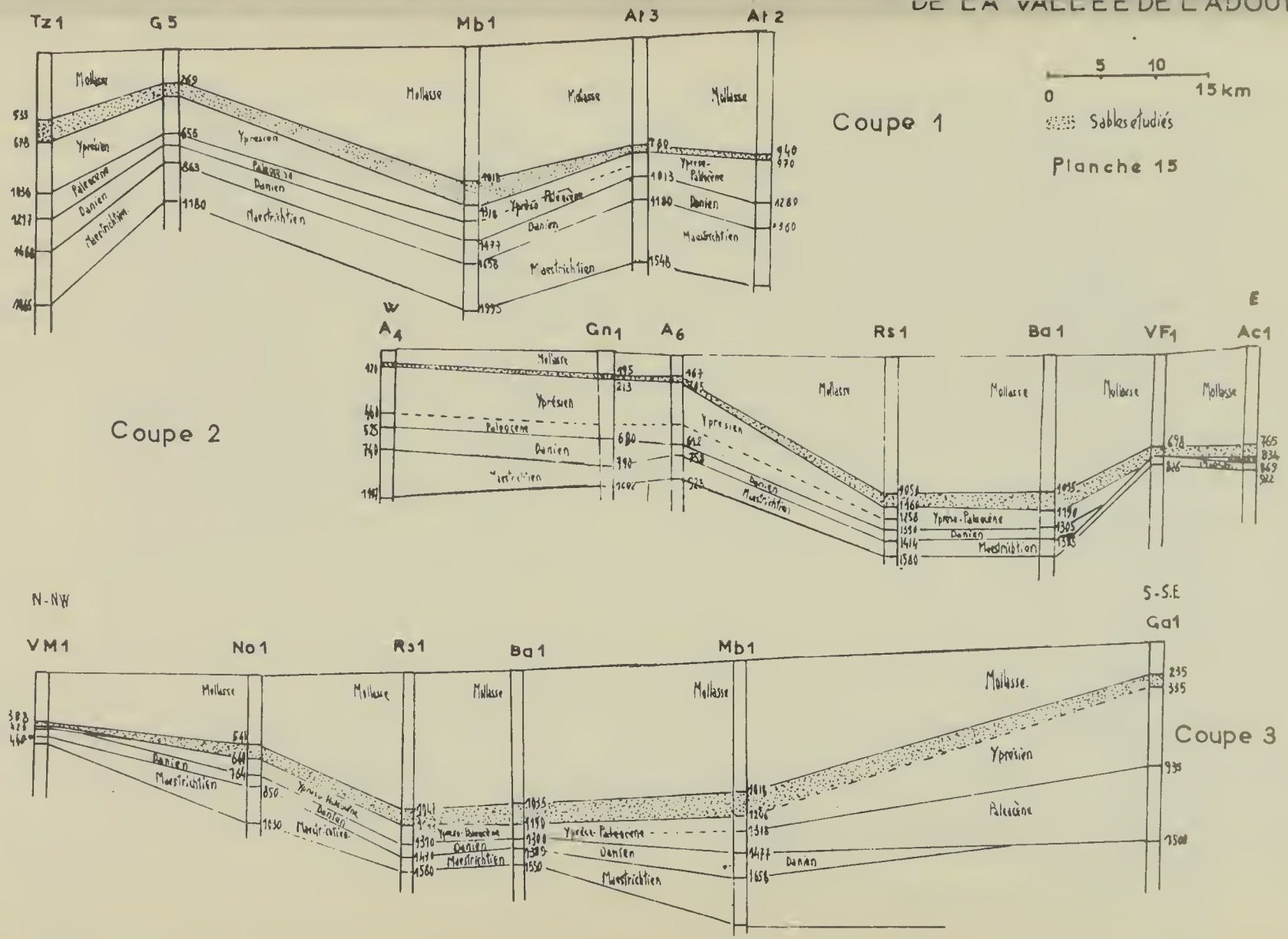
∿ Staurotide vermiculée

--- Peu abondant

— Abondant

▬ Très abondant

COUPES SCHEMATIQUES DE LA VALLEE DE L'ADOUR



ETUDE DE LA FRACTION LÉGÈRE

SABLES DE BASSOUES 1 RISCLE 1 ET VILLENEUVE DE MARSAN

Tableau 15

Nom et cote du sondage	Morphoscopie: Mats	Brillants	Arrondis	Subarrondis	Subanguleux	Anguleux	Tabbrage: Bon	Mauvais	Forme: Eclats	Grains	Taille en mm du Grain Maximum	Spicules	Quartz bipyrami.	Agrégats argileux	Micas	Feldspaths	Lignite	Silex	Schiste	Gypse
Bassoues 1 1035 m		—					—			—	6				- - -	—				—
Ba 1 1050 m		—			—		—			—	7				- - -	—				—
Ba 1 1068 m		—			—		—			—	6	— -			- - -	—		—		—
Ba 1 1095 m		—		—			—				5					—	- - -			
Ba 1 1118 m		—		—			—			—	6					—				—
Ba 1 1122 m		—			—			—		—	8					- - -		- - -	—	
Ba 1 1137 m		—		—			—				6				- - -	—			—	—
Ba 1 1150 m		—		—				—			6				- - -	—			- - -	
Ba 1 1173 m		—		—			—				5					—		- - -	- - -	—
Ba 1 1197 m		—		—				—			7					—		—	- - -	
Riscle 1 1039 m		—		—				—		—	6					—				—
Rs 1 1080 m		—					—			—	4			—	- - -	—				—
Rs 1 1090 m				—				—			9				—	- - -	- - -	- - -		—
Rs 1 1130 m		—		—				—			8				—	- - -		- - -	—	—
Rs 1 1145 m					—		—				8					—		—		—
Villeneuve de Marsan 385 m		—					—			—	1,5				—	- - -				—
VM 1 390 m		—						—		—	5					- - -				—

- - - peu abondant
—— abondant
▬▬ très abondant

ETUDE DE LA FRACTION LÉGÈRE

SABLES d'ANTIN 1 à 3 et THÈZE 1

Tableau 16

Nom et cote du sondage	Morphoscopie						Calibrage		Forme		Taille en mm du Grain Maximum	Spicules	Quartz bipyramidé	Agrégats siliceux	Micas	Feldspaths	Lignite	Silex	Schistes	Gypse
	Mats	Brillants	Arrondis	Subarrondis	Subanguleux	Anguleux	Bon	Mauvais	Eclats	Grains										
Antin 1 244 m		—		—	—		—			—	6	---	---		---			----		
At 1 270 m		—			—		—		--	—	5		---			---			---	
At 1 315 m		—			—		—			—	4		----							
Antin 3 780 m		—		-	—		—		—	—	4					---			—	
At 3 782 m	—	—		—	—			—	—	—	3	----					—		—	
At 3 784 m	—	---		—	—		—		—	—	3		----						—	
At 3 810 m		—		—	—	—	—		—	—	7					---		---		
At 3 822 m		—			—			—	—	—	9						—		---	
At 3 824 m		—		—			—		—	—	6				---	---				
Theze 1 539 m		—		—	—		—		—	—	3	---	---	—		—			—	---
Tz 1 558 m		—		—	—			—	--	—	4	---								---
Tz 1 580 m		—		—			—			—	3									
Tz 1 600 m		—		—			—			—	5	---								
Tz 1 659 m		—		—				—		—	6	---								
Tz 1 667 m.		—		—				—		—	7	---			---					

--- Peu abondant
—— Abondant
▬▬ Très abondant

CORTEGE MINERALOGIQUE DES SABLES D'ANTIN1 - ANTIN 3 ET DE THEZE 1

Tableau 17

Nom et cote du sondage	Tourmaline	Zircon	Titanés	Staurotide	Disthène	Grenat	Andalou.	Sphène	Epidote	Ankerite	Anhydrite	Barytine	Pyrite	Glaucon	Limonite
Antin 1 244 m	42	8	18,5	16,5	6	2	2		2	---	0,5			—	
At_1 270 m	12	15	8	9	4	5	6	2	5	24	3,5			---	
At_1 315 m										▬	▬	▬			
Antin 3 780 m	44	6	1,5	18	6	13	1,5	0,5	1,5	3,5	▬	---		---	
At_3 782 m	45	6	3	22	2	9	3	0,5	0,5	8	—	---			
At_3 784 m	27	6	4	25	3	12,5	3	2,5		8	—	---			
At_3 810 m	43	7,5	1,5	22	1,5	0,5	3	2	0,5		▬	---			
At_3 822 m	38	16,5	3	20	1	13,5	1,5	2	1		—	---			
At_3 824 m	37	9	3,5	30	3	11	3,5	2	1	0,5	—	---			
Theze 1 539 m	23	6	4	5	5	3	3,5		1	—	▬	---			
Tz_1 558 m	36	2,5	6	9,5	16	1,5	9	1	0,5	—	▬	—			
Tz_1 580 m	43	8	7,5	22	5	4,5	6		1	---	---	---			
Tz_1 600 m	49	5	6,5	13	8,5	6,5	6	1,5		---	---	---			
Tz_1 659 m	41	11	5	17	5	5	3		1	—	▬	—		---	
Tz_1 667 m	29	6	2	19	6	2	1			—	▬	—		---	

--- peu abondant
— abondant
▬ très abondant

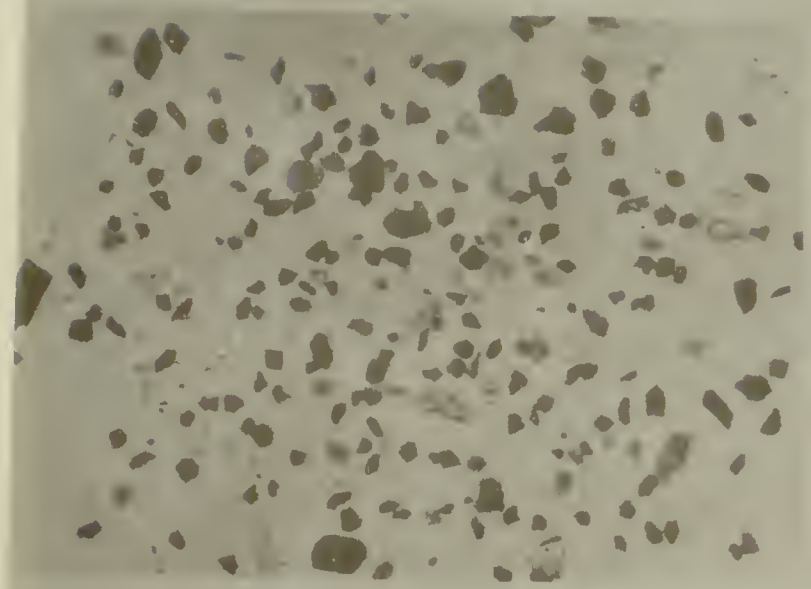
CORTÈGE MINÉRALOGIQUE DES SABLES DE BASSOUES 1 et RISCLE 1

Tableau 18

Nom et cote du sondage	Tourmaline	Zircon	Titanés	Staurotide	Disthène	Grenat	Andalou	Sphène	Epidote	Ankérite	Anhydrite	Barytine	Pyrite	Glauconie	Limonite
Bassoues 1 1035 m										—	▬	—		—	
Ba 1 1050 m										▬	▬	▬		- - -	
Ba 1 1068 m										▬	▬	▬		- - -	
Ba 1 1095 m										▬	—	—		- - -	
Ba 1 1118,5 m										▬	▬	—	—	- - -	
Ba 1 1137 m										▬	▬	—	- - -	- - -	
Ba 1 1158 m										▬	▬	—	- - -		
Ba 1 1173 m	31	15,5	13	13	3	10	9		1	—	—	- - -	- - -	- - -	
Ba 1 1197 m	42	20	3	21	4	6	2,5	1	×	—	▬	- - -			
Riscle 1 1039 m										▬	▬	—		- - -	
Rs 1 1080 m	48	9	1,5	7,5	4	21,5	2	×	×	—	▬	—			
Rs 1 1090 m	40	14	1	14	2	24	3	1,5	×	—	▬	—	- - -		
Rs 1 1130 m	48,5	10	3	20	3	8	4,5		×	—	▬	—	- - -		
Rs 1 1145 m	51	8	5	18	2,5	12,5	2		1	▬	▬	—	- - -		
Villeneuve de Marsan 385 m	29	3	1	13	3	21,5	7,5	1	×	12	▬	—			
VM 1 390 m	45,5	6	2	25	5	10	2	0,5	1	—	—	—			

- - - peu abondant
— abondant
▬ très abondant

SIDEROLITHIQUE CHARENTAIS



Carrière TUREAU-SAUVINE

Cierac (Chte Mar.)

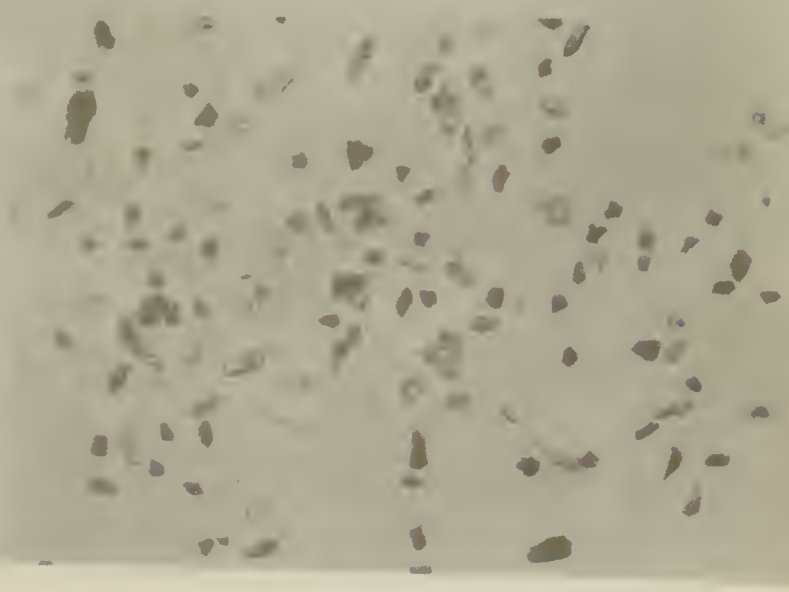
GA 3672 b_2 (x11)

SABLES DU PERIGORD

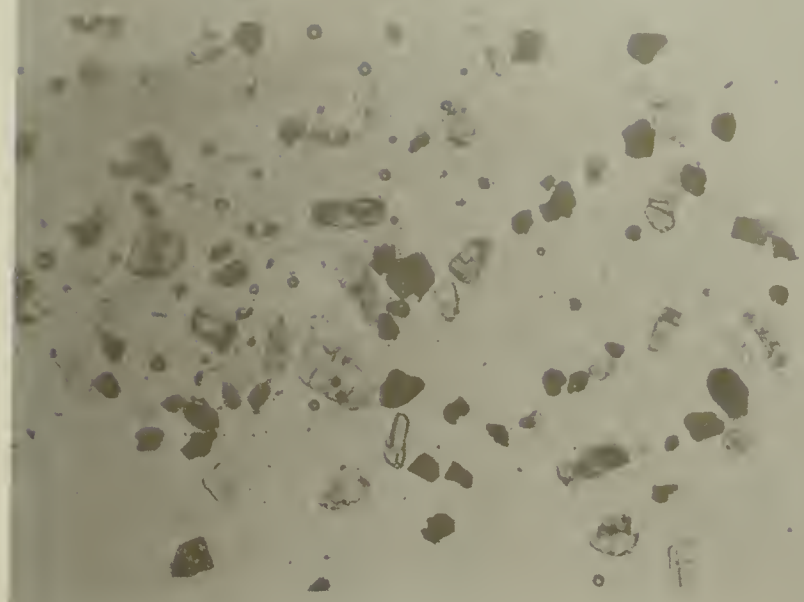
Carrière GRAND PINEAU

Le Fouilloux (Ch. Mar.)

GA 3625 a_3 (x11)



SABLES DU PERIGORD



BOURGNAC (Dordogne)

sables à disthènes

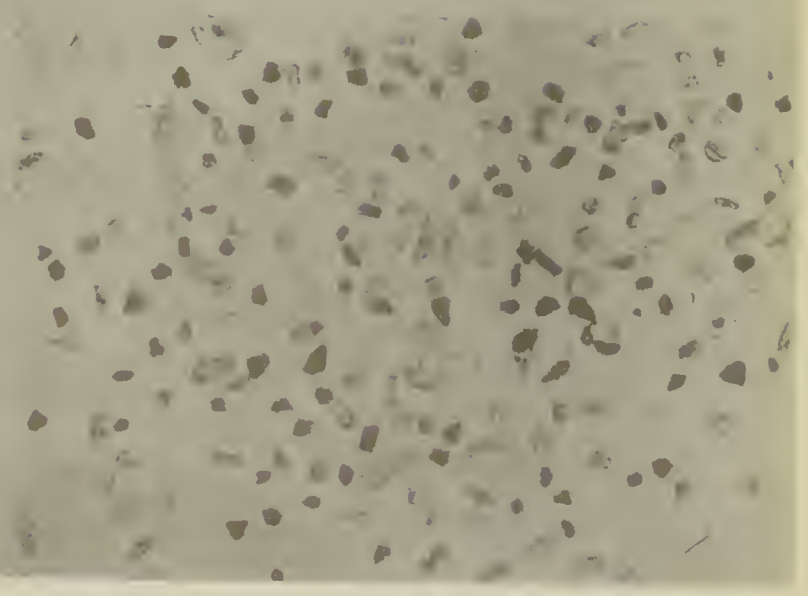
GA 3723 b_1 (x11)

SABLES DU PERIGORD

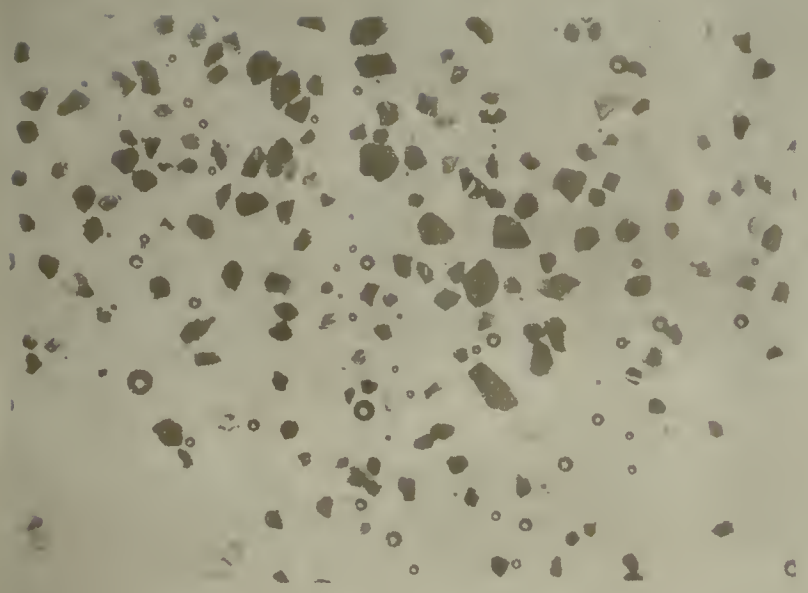
LAVEYSSIÈRE (Dgne)

sable à disthene et grenat

GA 3727 b_1 (x11)



SIDEROLITHIQUE DE DORDOGNE



Carrière PAGENAL

Les Eyzies (Dgne)

GA3631 b_1 (x11)

SIDEROLITHIQUE DE LA ZONE SUD

Forage AUCH 1

77 5m b_2 (x11)

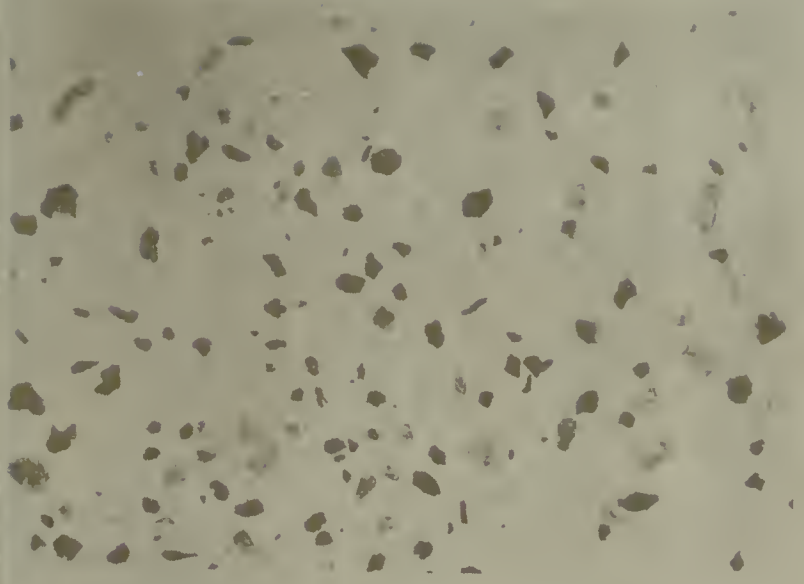


Planche 4

SABLES DE LUSSAGNET

Forage LUSSAGNET gaz 1

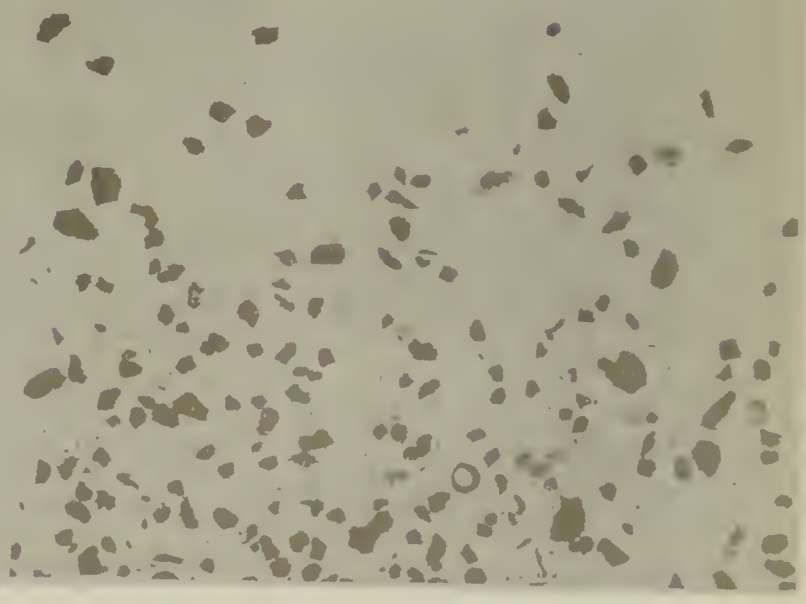
599m b_2 (x11)

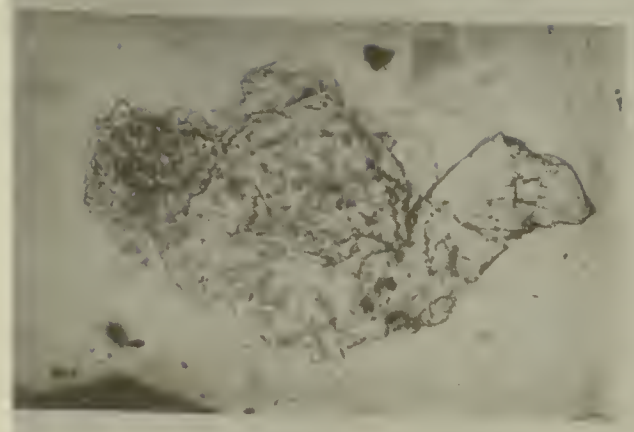


SABLES DE L'ENSEMBLE 3

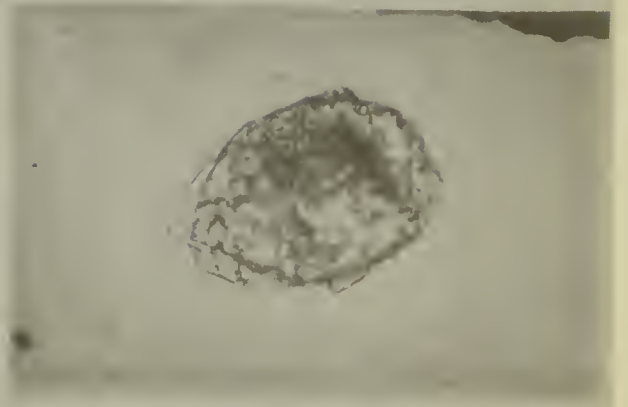
Forage RISCLE 1

1090m b_3 (x11)

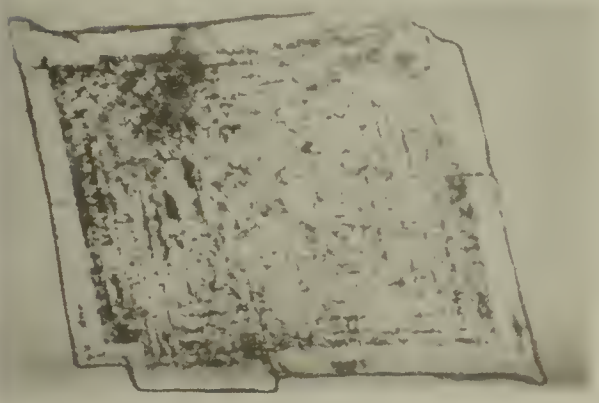




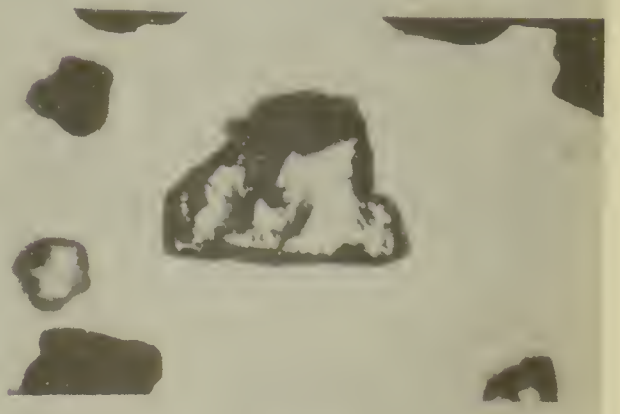
Anhydrite
Bassoues 1
1158m b3 (x40)



Anhydrite
Riste 1
1080m b3 (x50)



Barytine
Thèze 1
539m b1 (x40)



Anatase
Pont de Chierzac
GA 3647 c3 (x64)



Anatase
Touvérac
GA 3611 b2 (x64)

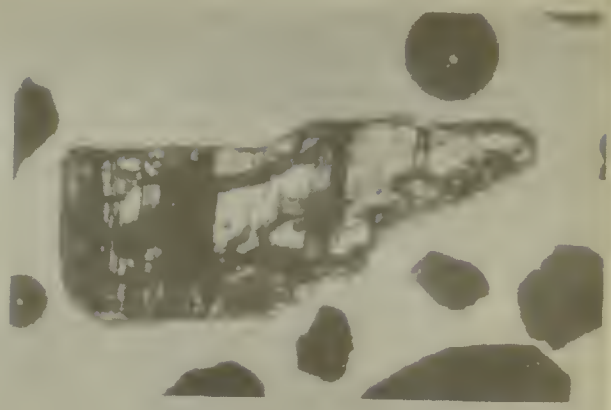


Brookite
Pombonne
GA 3740 c2 (x100)



Lussagnet gaz 1

599 m b2 (x32)



Pont de Chierzac

GA 3653 b1 (x20).



Grand Pineau

GA 3623 b1 (x65)



Pombonne

GA 3733 b1 (x25)



Andalousite Capdrot

GA 3760 b2 (x20)

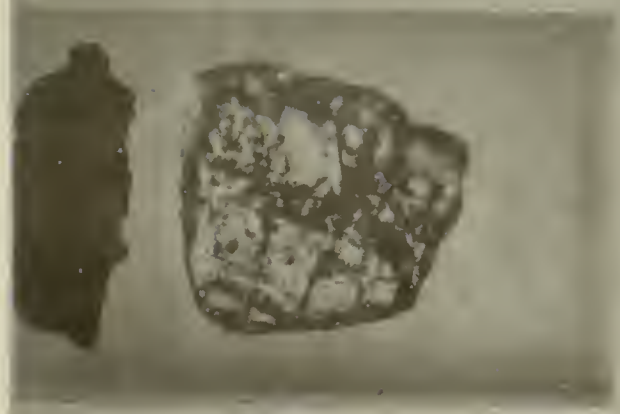


Grand Pineau

GA 3623 b1 (x64)

DISTHENES

Planche 7



Auch 1

775 m b2 (x 50)



Riscle 1

1080 m b3 (x 50)

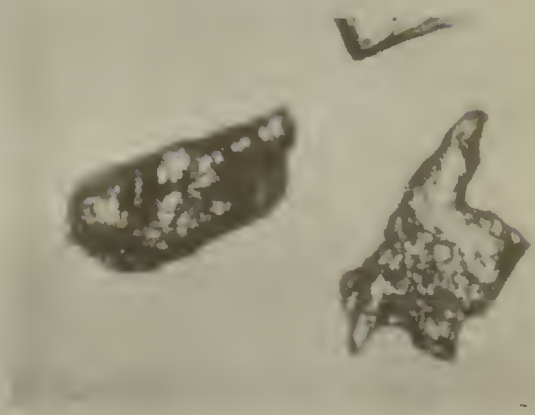
Lussagnet gaz1

599 m b2 (x 40)



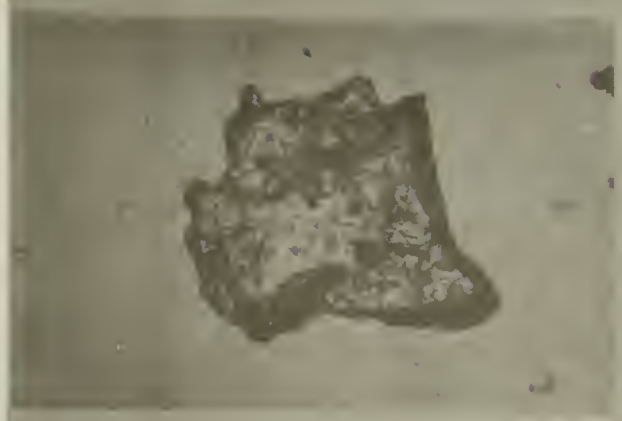
GA 3727 b2 (x25)

Laveyssière



DISTHENES

Planche 8



Grenat subanguleux

780m b1 (x 64)

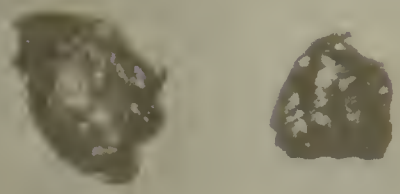
Antin 3



Grenat coudé

GA 3727 b2 (x 25)

Laveyssière



Grenats globuleux

GA 3727 b2 x25

Laveyssière

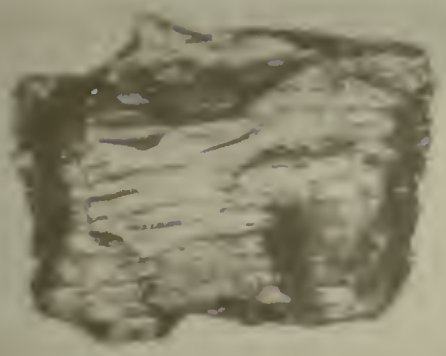


Tourmaline prismatique

GA 3623 b1 (x64)

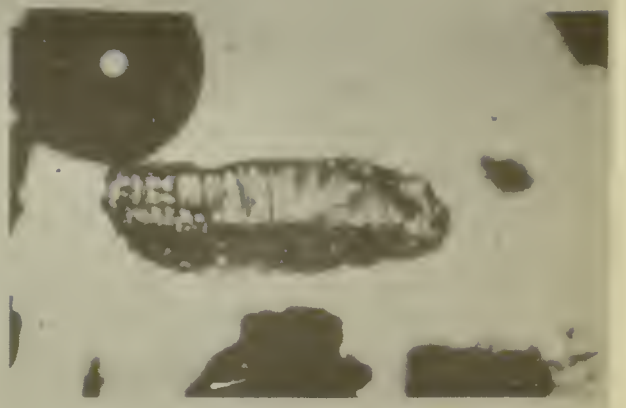
Le Grand Pineau

Planche 9



GA 3611 b2 (x 64)

Touvérac



GA 3630 c1 (x101)

Les Eyzies

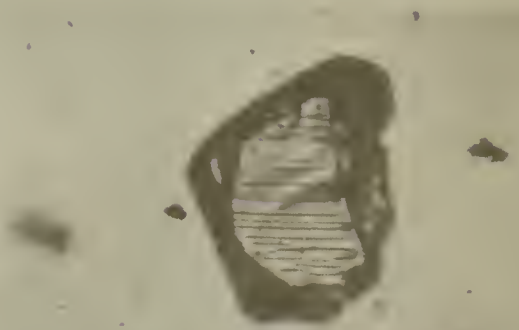
Auch 1

775 m b2 (x 50)



Antin 3

780 m b1 (x65)



STAUROTIDES VERMICULEES



1 Argile ligniteuse noire

2 Argile kaolinique blanche

3 Lentille argileuse

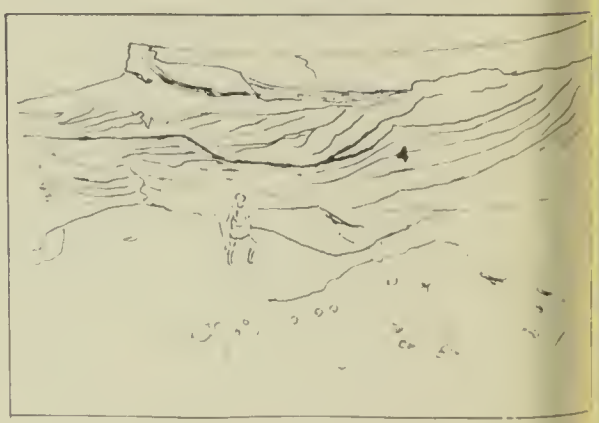
4 Sables roux encaissants

Photo B



Détail du contact argile-sables roux

Photo A



Stratification entrecroisée



Carrière de TUREAU-SAUVINE

. Clérac (Chte Mme)







1 Argile ligniteuse

2 Argile blanche

3 Sables et graviers jaunes et blancs en lits horizontaux

5 Sables roux feldspathiques. Stratifications entrecroisées

6 Sol



1 Argile blanche et noire

2 sables roux

3 cordon de galets d'argile

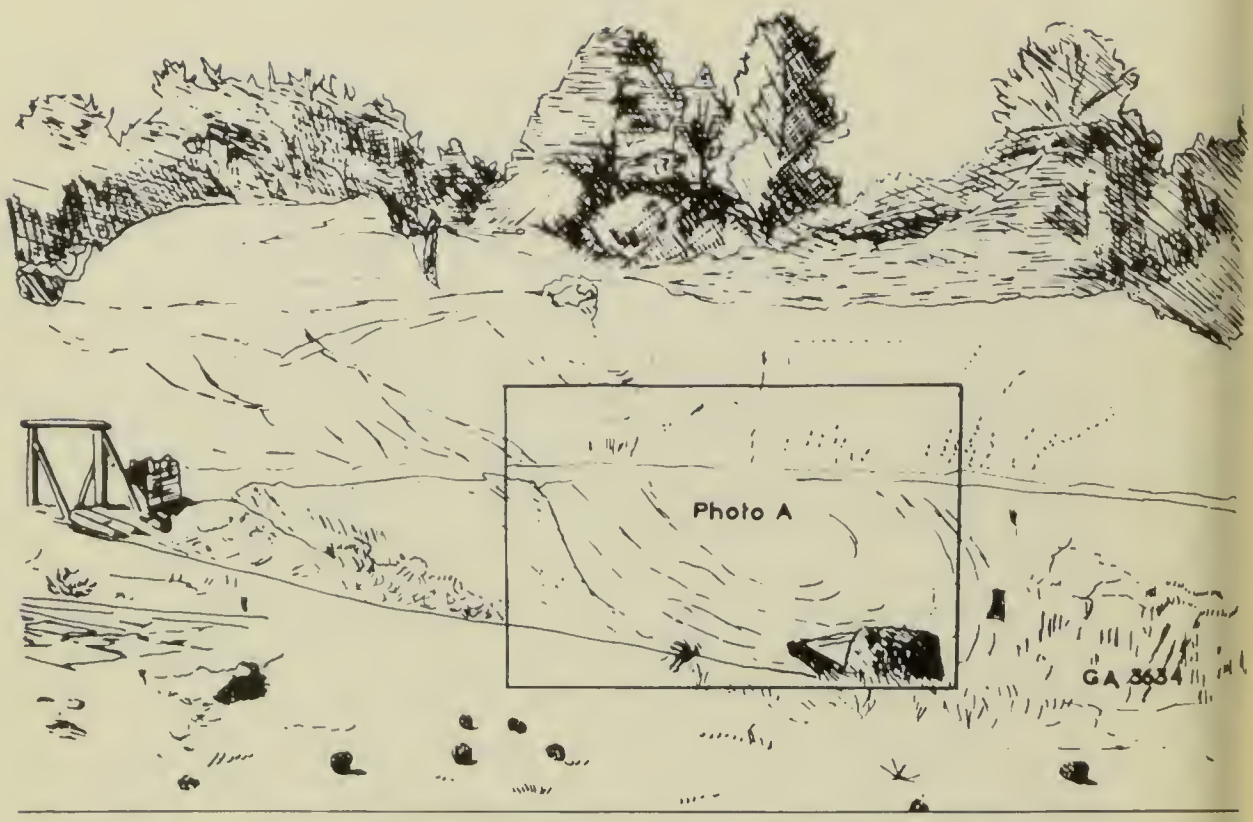
4 Sables roux Stratifications entrecroisées



Carrière Grand Pineau au FOUILLOUX



Carrière Pont de Chierzac à CLERAC



GA 3630 Argile sableuse ferrugineuse

GA 3631 Sable ferrugineux fin

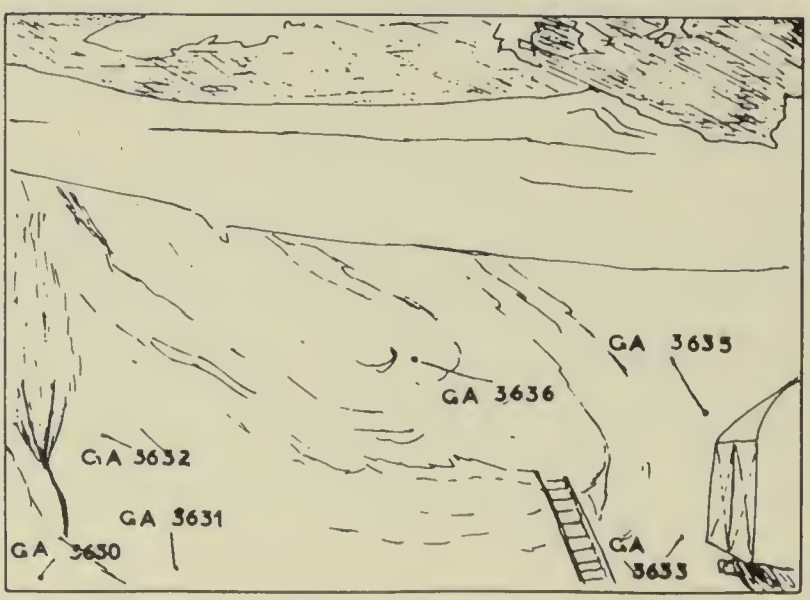
GA 3632 Argile rouge

Photo A

GA 3633 Sable fin

GA 3634 Sable grossier argileux

GA 3635 Sable grossier argileux



GA 3636 Amas kaolinique



Carrière de PAGENAL

Les Eyzies (Dgne)



BIBLIOGRAPHIE

1. - BERGOUNIOUX F.M., 1947
"Sur la genèse des argiles sidérolithiques".
C.R. Som. Soc. Géol. France, p. 167-168.

2. - BERTHOIS, 1937
"Recherche sur les minéraux lourds des granites de la partie orientale du Massif Armoricain".
(Thèse) Mém. Soc. Géol. Bretagne II, 190 p. 13 pl.

3. - BERTHOIS, 1947
"Nouvelle méthode d'étude quantitative des assemblages des minéraux lourds."
Bull. de l'Institut Océanographique de Monaco (N° 912), 36 p., 14 fig.

4. - BLAYAC J., 1930
"Aperçu de la répartition des faciès et du synchronisme des terrains tertiaires du Bassin d'Aquitaine au Nord de la Garonne et jusqu'à Castres.
Livre jub. Centenaire Soc. Géol. France, Paris, t. I, p. 151, 170 pl., XXV-XXVI.

5. - BRAJNIKOV B., 1944
"Sur l'importance de la granulométrie pour l'étude quantitative des minéraux lourds dans un sédiment."
B.S.G.F. (5), XIV, p. 381-390.

6. - BRUET E., 1946
"Accidents siliceux dans le substratum calcaire du Sidérolithique du Périgord".
C.R. Som. Soc. Géol. France, t. XV, p. 177.

7. - CAILLERE S. et JOURDAIN M.A., 1946
"Sur quelques particularités de la région argileuse de la région de Montguyon (Charente-Maritime)."
Bull. Groupe Français des Argiles, t. VII, N° 2.

8. - CUVILLIER
"Présence de l'Eocène inférieur dans l'anticlinal de Tercis".
C.R.S. Soc. Géol. France, p. 57, 1943.
"Relations du Crétacé et de l'Eocène inférieur en Aquitaine Méridionale".
C.R.S. Soc. Géol. France, p. 218, 1945.

9. - CUVILLIER et DUPOUY-CAMET, 1936
"Stratigraphie du Crétacé supérieur et de l'Eocène inférieur dans la Chalosse de Montfort".
B.S.G.F., 5me sér., XVI, p. 385-397, fig. 1-2.

10 - DAGUIN F., 1941
"Les rides et accidents anticlinaux du centre de l'Aquitaine Occidentale."
Bull. Serv. Carte Géol. France, t. XLIII, N° 207, p. 2-184.

11 - DUMON E., 1942
"Sur la stratigraphie de l'Anticlinal d'Aurignac".
Bull. Soc. Histoire Naturelle Toulouse, p. 244-258.

12 - DUPLAIX S., 1956
"Etude pétrographique des formations meubles de la Gascogne, du Pays Basque et de leur littoral".
Mém. Soc. Géol. France (Nouvelle série), N° 77.

13 - DUPLAIX S., 1958
"Détermination microscopique des minéraux de sables".
Librairie Polytechnique Ch. Béranger, Paris.

14 - FENELON P., 1951
"Etude morphologique du Périgord".
A. Lahure, Ed., Paris.

15 - GEZE B., 1938
"Contribution à la connaissance des phosphorites du Quercy."
Bull. Soc. Géol. France (5), VIII, p. 123-146.

16 - GLANGEAUD P., 1899
"Minéraux du Crétacé Nord-Aquitain".
C.R. Acad. Sciences, 4 Décembre.

17 - GRIM R.E., 1958
"Concept of diagenesis in argileous sediments".
Bull. of A.A.P.G., Vol. 42, N° 2, p. 246-253.

18 - GROSSOUVRE, 1873-1892
a)-"Note sur le métamorphisme des calcaires jurassiques au voisinage des gisements sidérolithiques".
Bull. Soc. Géol. France, t. IX, p. 277.
b)-"Observations sur l'origine du Sidérolithique".

19 - GUBLER et POMEYROL, 1946
"Nouvelles observations stratigraphiques dans l'Eocène au Sud de Pau (B.P.)
Bull. Soc. Géol. France, XVI, p. 423-444.

20 - GUBLER Y. et A. VATAN, 1943
"Rythmes de sédimentation dans la zone de Nalzen, du Pech de Foix et du Dreuilhe (Ariège) pendant les temps crétacés".
Bull. Soc. Géol. France (5), XII, p. 299-331.

21 - KLINGEBIEL A., 1961
"Lithostratigraphie comparée des formations éocènes de la basse vallée de la Dordogne".
Thèse de 3me cycle, Bordeaux N° 98, 81 pages.

22 - KLINGEBIEL A., 1961
"Lithostratigraphie comparée du Sidérolithique Nord-Aquitain et des formations éocènes du Bordelais".
C.R. Som. Soc. Géol. France, p. 111.

23 - KULBICKI G., 1953
"Sur les conditions de cristallisation des minéraux kaoliniques dans le Sidérolithique d'Aquitaine".
C.R. Acad. Sciences, Paris, t. 237, p. 194-196.

24 - KULBICKI G., 1956
"Constitution et génèse des sédiments argileux sidérolithiques et lacustres du Nord et du Nord-Est de l'Aquitaine".
Sciences de la Terre, t. IV, N° 1-2, p. 5-101, 21 fig., 4 pl., h, t.

25 - LACROIX A., 1898
"Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. I.- Haute-Ariège."
Bull. Carte Géol. France, t. X, N° 64, p. 241-308.

26 - LACROIX A., 1900
II.- "Haute Ariège, Aude, Pyrénées-Orientales, Hautes-Pyrénées".
Bull. Carte Géol. France, t. XI, N° 71, p. 68.

27 - de LAPPARENT J., 1941
"Signification des argiles du Sidérolithique subordonnées à la formation des sables du Périgord en Dordogne".
C.R. Acad. Sciences, Paris, t. 214, p. 111-114.

28 - MILLOT G., 1949
"Relations entre la constitution et la genèse des roches sédimentaires argileuses".
Géol. appl. et prospection minière, Nancy, t. II, N° 2, 3, 4, 7 pl., 20 fig.

29 - MILLOT G., 1952
"Héritage et néoformation dans la sédimentation argileuse".
C.R. Congr. Géol. Int. Fasc. XVIII, Alger.

30 - MILLOT G., 1953
"Minéraux argileux et leur relation avec la géologie".
Colloque de l'Assoc. Intern. de Sédimentologie, Rev. I.F.P., vol. VIII, 1953, N° spécial.

31 - MILNER H.B., 1927
"Sédimentology petrography".
London, Thomas.

32 - RAGUIN, 1938
"Contribution à l'étude des gneiss des Pyrénées.
B.S.G.F. (5), VIII, p. 11-36.

33 - REYRE D., 1945
"Crétacé supérieur et Tertiaire des Hautes-Pyrénées entre les vallées de l'Adour et de l'Arrêt".
B.S.G.F. (5), XV, p. 547-563, 2 fig.

34 - SCHOELLER M., 1941
"Les conditions de formation des Mollasses et du Sidérolithique de la bordure Nord-Est du Bassin d'Aquitaine."
C.R. Som. Soc. Géol. France, XI, p. 32-34.

35 - SCHOELLER M.,
"Sur la formation des argiles sidérolithiques du Lot et du Lot-et-Garonne".
C.R. Som. Soc. Géol. France, XVI, p. 97.

36 - SCHOELLER M., 1942
"Le passage du Sidérolithique aux Mollasses dans la région de Fumel.
P.V. Soc. Linnéenne de Bordeaux, t. 92, p. 54-56.

37 - TRICART et CAILLEUX
"Initiation à l'étude des sables et des galets".
Ed. C.D.U. Paris Ve.

38 - TWENHOFEL W.H., 1950
"Principles of Sedimentation".
Mc Graw-Hill Book Company Inc.

39 - VATAN et KRONT, 1938
"Sur l'origine argileuse des dépôts des environs de Confolens, attribués au Sidérolithique".
C.R. Acad. Sciences, t. CCVI, p. 443-445.

40 - VATAN A., 1944
"Premiers résultats d'une étude de l'origine du matériel sédimentaire du Bassin d'Aquitaine".
C.R. Som. Soc. Géol. France, 9, p. 83-85.

41 - VATAN A., 1945
"Etude minérologique des provinces distributives du matériel sédimentaire d'Aquitaine".
Bull. Soc. Géol. France (5), XV, p. 657-670.

42 - VATAN A., 1946
"Un exemple d'application des méthodes d'études pétrographiques en paléogéographie. Les faciès sableux de l'Eocène des Petites-Pyrénées.
Rev. Inst. Français Pétrole et Ann. Comb. Liq. N° 2, nov. 1946, p. 89.

43 – VATAN A., 1948
"La sédimentation détritique en Aquitaine aux époques Tertiaires."
C.R. Som. Soc. Géol. France, p. 48.

44 - VATAN A., 1950
"Rythmes de sédimentation en Aquitaine au Crétacé et au Tertiaire".
Congr. Intern. Geol. Londres 1948, partie N° 4.

45 - VATAN A., 1950
"Travaux pratiques de pétrographie sédimentaire (Minéralogie).
Rev. Inst. Français Pétrole, 83 fig., 42 pl.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 1

METHODES DE TRAVAIL 3

Chapitre I : LA REGION CHARENTAISE

I.- Aperçu géomorphologique 7

II.- Carrières de la région de Baignes

1°- Carrière d'Oriolles 8
2°- Carrières de Touvérac 9
3°- Carrière de Baignes 10

III.- Carrières de la région de Montguyon

1°- Carrière de Tureau-Sauvine 11
2°- Carrière du Pont de Chierzac 12
3°- Carrière du Grand Pineau 14

IV.- Genèse des formations Sidérolithiques charentaises 16

Chapitre II : REGION ENTRE DRONNE ET DORDOGNE

I.- Aperçu géomorphologique 21

II.- Les sables du Périgord

1°- Région comprise entre Saint-Aulaye et Laveyssière 22
2°- Carrière de Pombonne 24

III.- Formations de passage des sables du Périgord au Sidérolithique

1°- Région comprise entre Saint-Aulaye et Eglise Neuve d'Issac . 25
2°- De Gammareix à Bergerac 26

Pages

IV.- Le Sidérolithique

1°- Région des Eyzies 28
2°- Région de Cadouin 29
3°- Région de Montpazier 29

V.- Genèse des formations tertiaires continentales de la Dordogne .. 30

Chapitre III.

I.- Introduction 33

II.- Forages des environs d'Auch

1°- Situation des forages et description du sédiment 34
2°- Description microscopique du sédiment 35

III.- Forages de Lussagnet, Audignon 6, Geaune I, Garlin

1°- Situation des sondages et description du sédiment 37
2°- Etude microscopique du sédiment 37

IV.- Forages de Thèze I, Villeneuve-de-Marsan I, Riscle I, Bassoues I Antin 1 et 3

1°- Situation des forages et description du sédiment 40
2°- Etude microscopique du sédiment 41

V.- Résumé et conclusions

1°- Résumé 43
2°- Conclusions 44

HORS-TEXTE

PLANCHES :

Planches I à IV : Photographies de montages de minéraux lourds.
Planches V à IX : Photographies de minéraux lourds.
Planches X à XII : Photographies de carrières.

ÉTUDE D'UNE POPULATION

de Falunia Plicatula (Reuss) s. l.

dans un falun du miocène

inférieur bordelais

•

PAR

Christiane BERGER

et

Jean MOYES

TOME 101 1964 N° 2

ACTES de la SOCIÉTÉ LINNÉENNE de BORDEAUX

ÉTUDE D'UNE POPULATION

de Falunia Plicatula (Reuss) s. l. dans un falun du miocène inférieur bordelais

par

Christiane BERGER et Jean MOYES

Parmi les espèces appartenant au genre *Falunia* GREKOFF et MOYES 1955, figure une forme décrite par REUSS (11 – p. 84, pl. X, fig. 23) sous le nom de *Cypridina plicatula* n. sp. dans le Miocène moyen (Tortonien) d'Autriche. Cette espèce, reconnue en Aquitaine dans les formations miocènes, présente une large distribution géographique. Elle a été en effet signalée en particulier dans le Miocène de Bavière (EGGER), l'Oligocène et le Miocène des Pays-Bas (KUIPER), le Miocène d'Italie (RUGGIERI), le Crag d'Antwerp (BRADY) et le Miocène d'Aquitaine (BOSQUET, KEY). *Falunia plicatula* (REUSS) est extrêmement abondante dans les faluns classiques du Burdigalien de pré-Cazeaux à CESTAS (Gironde) où elle est associée à *Cyamocytheridea strigulosa* (REUSS), *Loxoconcha grateloupiana* (BOSQUET), *L. punctatella* (REUSS), *Xestoleberis glabrescens* (REUSS), *Cushmanidea lithodomoides* (BOSQUET), *C. curvata* (BOSQUET), *Neocytherideis linearis* (ROEMER) et à des Foraminifères appartenant aux genres *Nonion, Elphidium, Cibicides, Rotalia, Asterigerina.* La richesse en individus de cet affleurement nous a incité à effectuer une étude approfondie de cette espèce.

ETUDE BIOMETRIQUE

Pour cela, nous avons mesuré la longueur (L) et la hauteur (h) d'environ 5000 valves et carapaces. Les mesures pointées sur un diagramme (Pl. I) montrent l'existence de nuages de points bien groupés, séparés par des zones pauvres. Il est ainsi possible d'individualiser des ensembles définis uniquement par des valeurs de L. et de h, à savoir :

Groupe	I	L = 525 μ	275 h 277 μ
"	II	600 < L < 630	320 < h < 345
"	III	645 < L < 680	320 < h < 375
"	IV	685 < L < 710	350 < h < 380
"	V	725 < L < 740	350 < h < 400
"	VI	750 < L < 830	350 < h < 450
"	VII	850 < L < 905	350 < h < 420

EXAMEN DES CARACTERES DE LA CARAPACE

Nous avons examiné ensuite si les groupes définis biométriquement présentaient des caractères particuliers de la carapace (ornementation, empreintes musculaires, charnière, zone marginale).

GROUPE I (Pl. II, fig. 1 - Pl. VI, fig. 1)

La carapace, en vue latérale, est allongée, effilée vers l'arrière. Les bords dorsal et ventral, rectilignes, convergent postérieurement. Le bord antérieur, arrondi, possède une denticulation marginale. Le bord postérieur, anguleux, dessine un processus caudal court souligné par quatre épines.

L'ornementation est constituée de quelques côtes longitudinales et de réticulations assez lâches. Du tubercule subcentral, peu orné, partent de part et d'autre deux costules obliques par rapport aux bords dorsal et ventral, reliées par des trabécules transverses. A leurs extrémités, les crêtes s'anastomosent avec les réticulations. A la base de la troncature postéro-ventrale, le replat, très étroit, est lisse. Dans l'angle antéro-dorsal apparaît la tache oculaire.

- Les empreintes musculaires comprennent une rangée verticale de quatre taches allongées, précédées d'une empreinte cordiforme.

- La zone marginale, étroite, se rétrécit le long du bord ventral. Le repli, médian, reste peu visible. Le vestibule, présent dans les régions antérieure et postérieure, est très étroit. Les canaux de pores marginaux rares, rectilignes, sont totalement absents du côté ventral.

- La charnière est peu différenciée. La valve droite montre une dent antérieure finement ciselée qui ressemble à un bourrelet ; une dent postérieure rectangulaire ; un sillon, étroit et uniforme, bordé par un très léger repli du côté interne. La valve gauche présente des éléments terminaux constitués de deux alvéoles dépourvus de muraille interne et une crête légèrement denticulée.

GROUPE II (Pl. II, fig. 2 - Pl. VI, fig. 2)

Les formes deviennent moins effilées. Mais le modelé de l'ornementation reste identique. Il en est de même pour certains caractères internes tels que les empreintes musculaires et la zone marginale. Toutefois, on note une augmentation du nombre des canaux de pores marginaux (8 à 9 dans la zone marginale antérieure).

En revanche, la charnière présente quelques modifications ; la dent antérieure de la valve droite prend une forme triangulaire avec un apex distal ; les alvéoles de la valve gauche sont fermés vers l'intérieur de la carapace ; le sillon et la crête montrent un rétrécissement dans la partie médiane.

GROUPE III (Pl. III, fig. 1 – Pl. VI, fig. 3)

La forme, l'ornementation, les empreintes musculaires et la zone marginale demeurent inchangées. La charnière révèle un développement des dents terminales et un épaississement de la partie antérieure de la crête médiane.

GROUPE IV (Pl. III, fig. 2 – Pl. VI, fig. 4)

Il comprend de nombreux individus caractérisés, en premier lieu, par la silhouette moins élancée des valves. Cependant, l'ornementation demeure semblable à celle des groupes précédents. Les empreintes musculaires augmentent de taille. Sur l'aire marginale, les canaux de pores radiés se rassemblent dans la portion antéro-ventrale. Dans la charnière, l'épaississement ébauché dans les formes du groupe III s'accentue et se rétrécit à la partie tout à fait antérieure.

GROUPE V (Pl. IV, fig. 1-2 – Pl. VI, fig. 5, 10)

La forme et l'ornementation ne subissent pratiquement pas de modifications. Les empreintes musculaires révèlent sur certains individus, en plus du champ central, des empreintes antennaires.

La zone marginale s'est graduellement élargie depuis les individus du groupe I, mais le vestibule est relativement constant. Les canaux de pores marginaux, plus nombreux, restent réduits sur la zone marginale postérieure. La charnière est surtout marquée par l'épaississement de l'extrémité antérieure de la crête, qui perd ses denticulations.

Certaines formes (Pl. IV, fig. 2), semblables aux précédentes par la taille, l'ornementation et la zone marginale, montrent des particularités de la charnière. La dent antérieure perd son apex distal et tend à devenir rectangulaire. L'épaississement de la partie antérieure de la crête médiane simule une dent et, corrélativement, la partie antérieure du sillon forme un véritable alvéole.

GROUPE VI (Pl. V, fig. 1 – Pl. VI, fig. 6-9)

La carapace est quadrangulaire et massive. Les bords dorsal et ventral sont droits et parallèles. L'ornementation comprend des côtes parallèles au bord dorsal. Celles-ci sont au nombre de cinq, en arrière du tubercule subcentral ; vers l'avant, elles deviennent diffuses, convergent et se perdent dans les réticulations.

Les empreintes sont visibles sans artifice de coloration. La zone marginale, large, porte des canaux de pores radiés, plus nombreux (15 environ dans la partie antérieure, 4 à 5 dans la partie postérieure), flexueux, fins mais épaissis en leur milieu. Le repli longe le bord externe et est plus distal dans la valve droite que dans la valve gauche.

La charnière porte des dents terminales quadrangulaires et lisses. La dent postérieure reste la plus forte. Les alvéoles sont fermés. La crête, finement dentée, se différencie en une dent antérieure lisse.

GROUPE VII (Pl. V, fig. 2 – Pl. VI, fig. 7-8)

La forme générale est allongée. L'ornementation se compose de huit côtes longitudinales, parallèles, qui s'anastomosent avec les réticulations en avant du tubercule subcentral.

Les empreintes musculaires, la zone marginale offrent les mêmes caractères que chez les individus du groupe VI. Toutefois, les canaux de pores radiés se répartissent plus uniformément sur la zone marginale antérieure.

La charnière se distingue de celle des individus du groupe VI par une longueur plus importante de l'élément médian.

ESSAI D'INTERPRETATION

L'étude détaillée des différents groupes nous amène à formuler un certain nombre de remarques ayant trait aux parties externes de la carapace d'une part, aux parties internes d'autre part.

1° – En ce qui concerne les parties externes de la carapace, nous pouvons noter une certaine similitude à la fois dans la forme et dans l'ornementation.

Les ressemblances morphologiques sont soulignées par la présence d'un bord dorsal rectiligne, d'un bord antérieur présentant une denticulation marginale et d'une extrémité postérieure anguleuse à processus caudal court. Le seul caractère distinctif réside dans le passage d'une silhouette effilée, en vue latérale, (groupes I à V) à une forme rectangulaire plus ou moins allongée (groupes VI et VII).

L'ornementation montre la juxtaposition de costules longitudinales et d'un réticulum assez lâche. La différence essentielle repose sur l'orientation des côtes qui se déplacent parallèlement à la modification de la silhouette générale de la carapace, dans les groupes VI et VII.

2° – L'examen des parties internes montre une moins grande uniformité (voir tableau récapitulatif).

– Les empreintes musculaires dessinent un champ musculaire central comprenant une rangée verticale de quatre taches caractéristiques des Cytheridae.

– La zone marginale, étroite dans les groupes I à V et portant peu de canaux de pores radiés, s'élargit brusquement dans les groupes VI et VII. En même temps, les canaux de pores augmentent en nombre, deviennent flexueux et présentent un renflement dans leur partie médiane. Le repli, toujours distal, occupe la même position dans les deux valves chez les individus des groupes I à V. Dans les deux derniers ensembles (VI et VII), la place du repli est différente dans les valves droite et gauche.

– La charnière se modifie d'un groupe à l'autre dans le sens d'une évolution constante. Ce fait est particulièrement bien illustré par les modifications de la dent antérieure et de l'élément médian.

L'élément antérieur se fortifie et de simple bourrelet (groupe I) passe à une dent triangulaire de type archicythéréidé (groupe II) pour se transformer en une lamelle quadrangulaire (groupes V à VII).

L'élément médian de la valve gauche montre le passage d'une barre denticulée, uniforme (groupe I), à un élément différencié dans la portion antérieure (groupe V) puis à une dent véritable (groupes VI et VII). La charnière à quatre éléments s'épanouit seulement dans les groupes VI et VII.

En conclusion, la subdivision de la population de *Falunia plicatula* (REUSS) établie sur des critères biométriques correspond bien à des caractères particuliers de la carapace. Ainsi la forme et l'ornementation d'une part, la charnière et la zone marginale d'autre part, révèlent suivant les groupes, des modifications ténues, mais discernables par un examen minutieux.

Certes, des critères utilisés au point de vue systématique, tels les empreintes musculaires, paraissent constants, indépendamment du groupe considéré. De même la forme et l'ornementation peuvent caractériser plusieurs groupes (I à V par exemple).

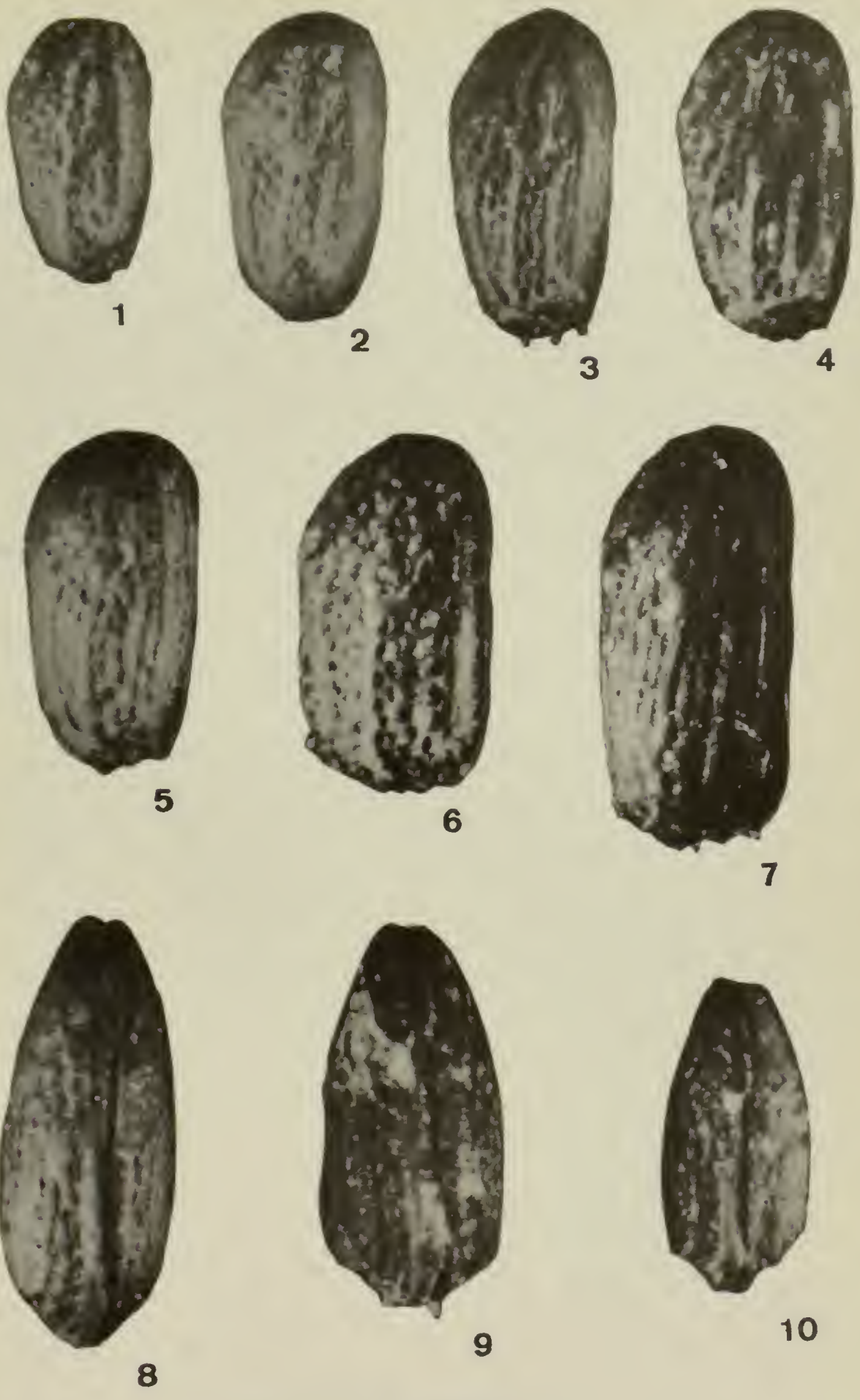
En revanche, la zone marginale et surtout la charnière présentent des caractères propres à chaque stade. Leurs modifications vont dans le sens d'un perfectionnement des groupes I à VI. Ainsi la charnière des groupes I et II montre une disposition primitive de la dent antérieure. L'apophyse triangulaire à apex distal symbolise un état juvénile (POKORNY – 10), tandis que la dent quadrangulaire raccourcie s'observe généralement chez les individus adultes. L'élément médian indifférencié et denticulé (groupe I), de type primitif, se divise (groupes VI et VII) en une dent ramassée antérieure et en une barre forte. Ces diverses transformations des parties internes tendant à un perfectionnement semblent bien se faire suivant une même direction du jeune vers l'adulte.

Or, il est remarquable de constater que ces changements se réalisent dans les groupes I et V, correspondant à une croissance continue des individus. En effet, ainsi que le montre la planche I, les valeurs moyennes de L et de h permettent de tracer une droite oblique par rapport aux axes. A partir du groupe VI, seule la longueur varie et la charnière et la zone marginale demeurent identiques.

Si nous considérons la forme générale, la silhouette en vue dorsale (Pl. VI, fig. 8-10) et l'ornementation, nous sommes amenés à considérer les populations des groupes I à VI comme appartenant à la même espèce. Les ensembles I à V symboliseraient les stades immatures caractérisés par l'augmentation des valeurs longueur et hauteur et par une charnière et une zone marginale peu développées. Les individus du groupe VI seraient considérés en raison de leurs caractères internes (charnière à quatre éléments, zone marginale large) comme adultes.

Mais il existe, dans le groupe V, des formes peu remarquables par la taille, mais dont la charnière appartient à un type quadripartite. Il n'est pas impossible que ces dernières aient atteint leur stade maximum de développement. Les différences morphologiques existant entre ces formes du groupe V et celles du groupe VI pourraient alors traduire un dimorphisme sexuel. Les premières représenteraient les ♂, les secondes les ♀ comme le pensait A.J. KEY (6 – Pl. XII, fig. 8).

En revanche, la position spécifique du groupe VII paraît délicate à préciser. Un certain nombre de caractères le différencie des précédents : la taille, toujours plus importante ; l'ornementation faite de costules nombreuses ; en vue dorsale, l'absence d'étranglement postérieur. Peut-être faut-il voir en eux les représentants d'une espèce, du même groupe, mais cependant distincte de celle matérialisée par les formes des groupes I à VI.



Falunia plicatula (REUSS) s. 1.

ig. 1 – valve droite du groupe I
ig. 2 – valve droite du groupe II
ig. 3 – valve droite du groupe III
ig. 4 – valve droite du groupe IV
ig. 5 – valve droite du groupe V
Fig. 6 – valve droite du groupe VI
Fig. 7 – valve droite du groupe VII
Fig. 8 – vue dorsale du groupe VII
Fig. 9 – vue dorsale du groupe VI
Fig. 10 – vue dorsale du groupe V



Planche I

RÉPARTITION DES INDIVIDUS D'APRÉS LES VALEURS LONGUEUR ET HAUTEUR

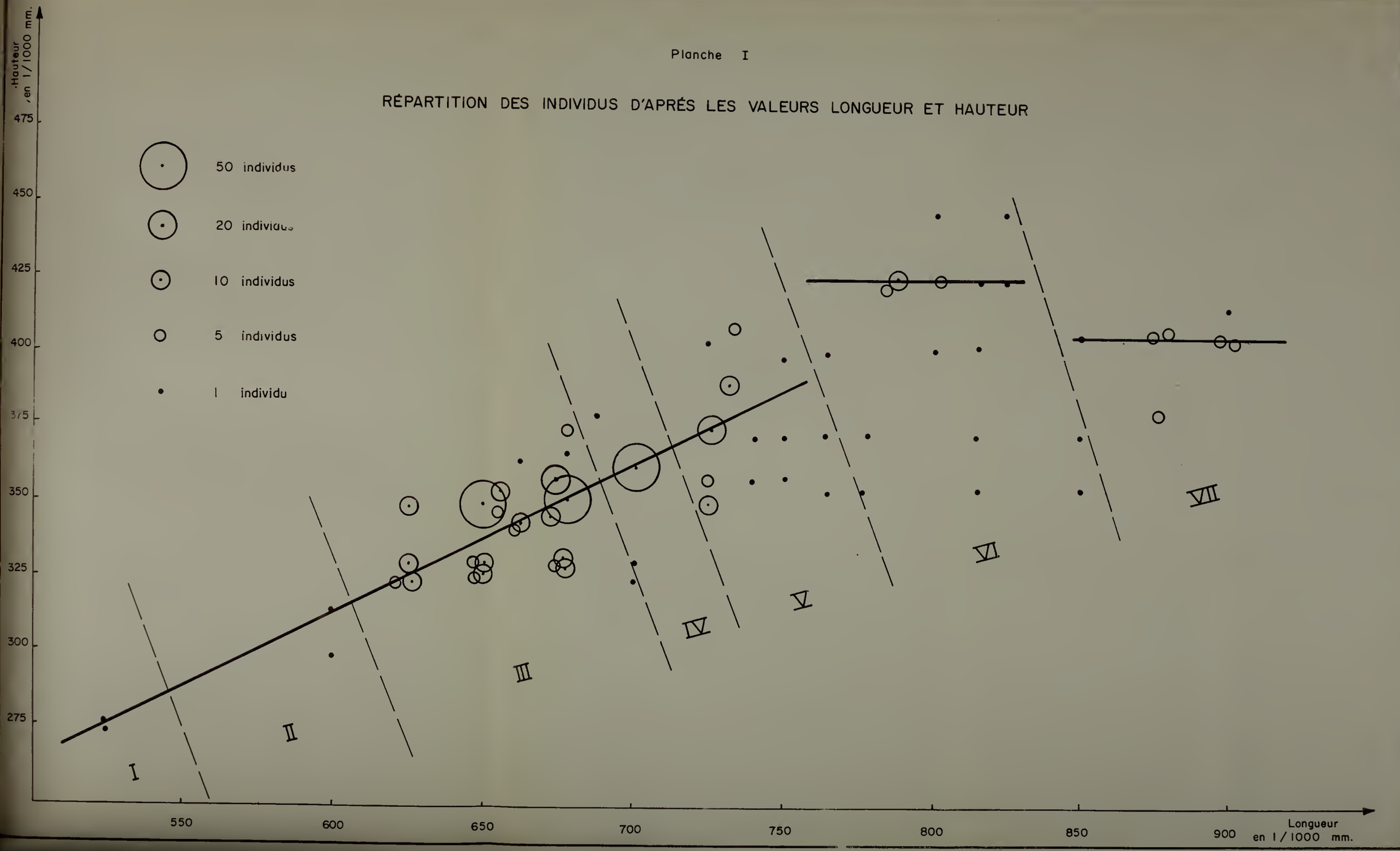




Planche II

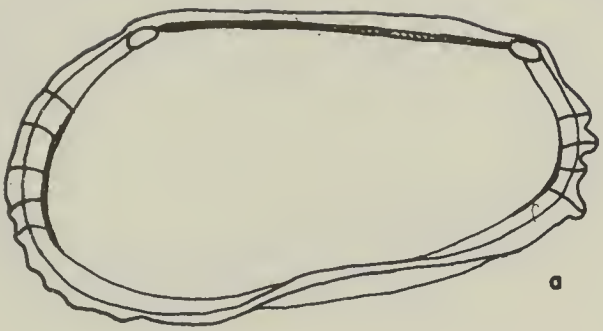
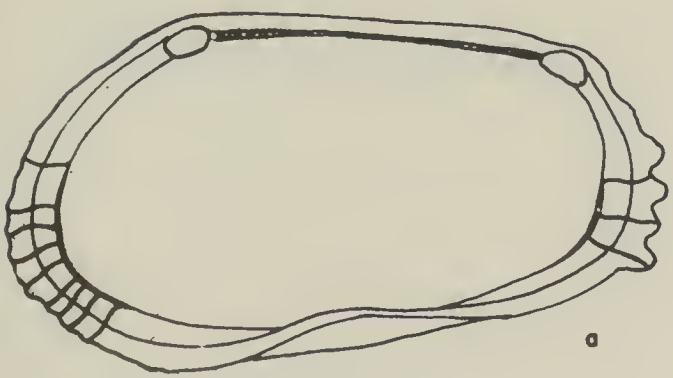




fig. 1 forme du groupe I

a vue latérale : valve droite
b vue dorsale : charnière valve droite
c vue dorsale : charnière valve gauche



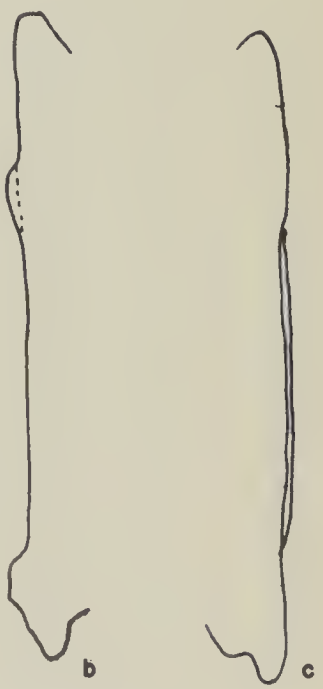
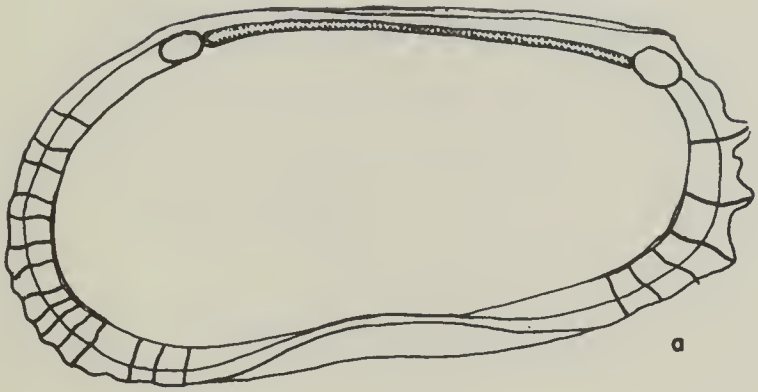


fig. 2 forme du groupe II

a vue latérale : valve droite
b vue dorsale : charnière valve droite
c vue dorsale : charnière valve gauche

0,1 mm.

Planche III



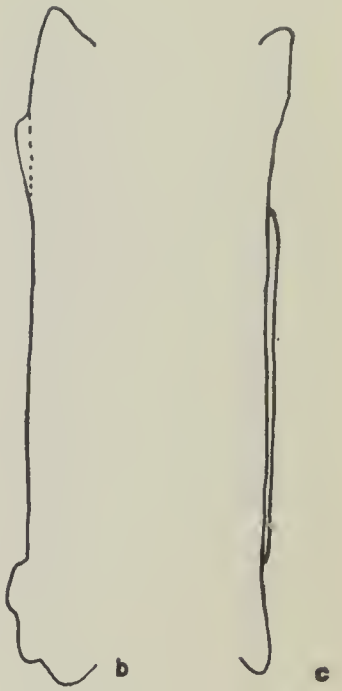
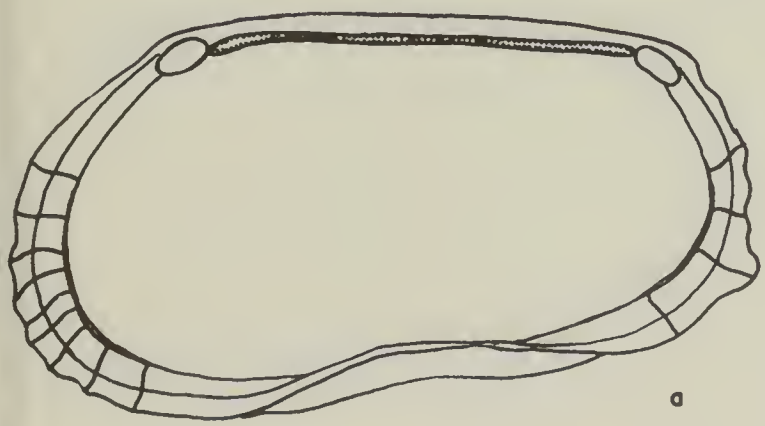


fig. 1 forme du groupe III

a vue latérale : valve droite
b vue dorsale : charnière valve droite
c vue dorsale : charnière valve gauche



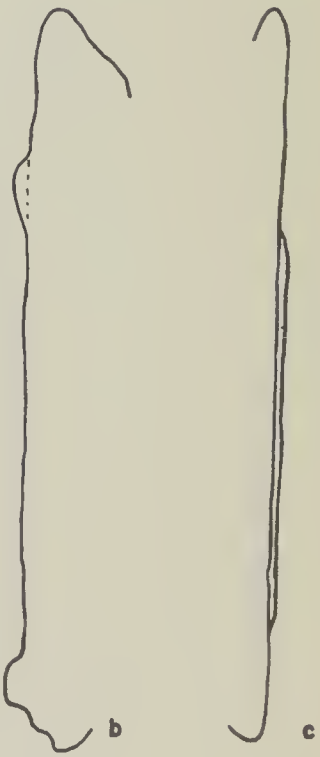
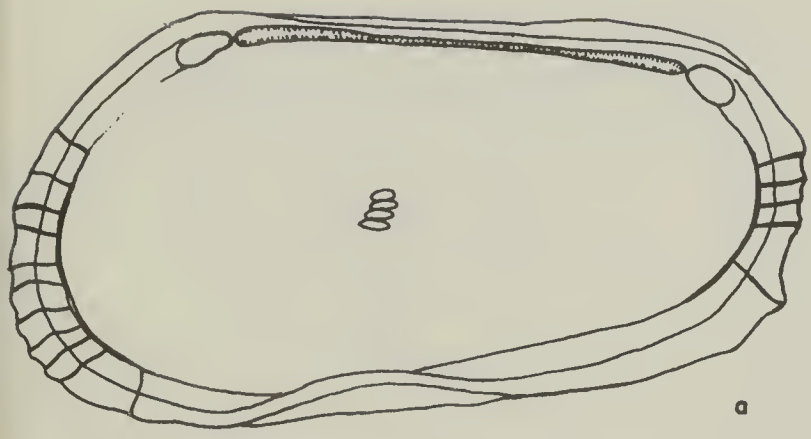


fig. 2 forme du groupe IV

a vue latérale : valve droite
b vue dorsale : charnière valve droite
c vue dorsale : charnière valve gauche

0,1 mm.

Planche IV



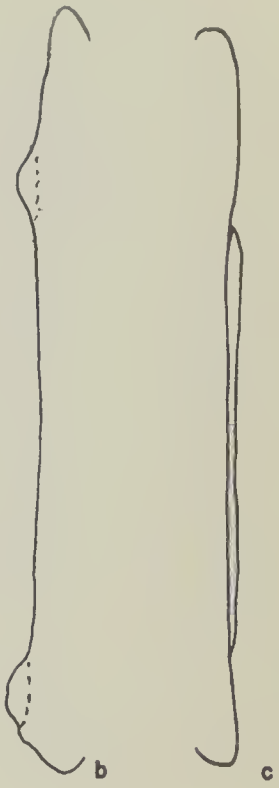


fig. 1 forme du groupe V

a vue latérale : valve droite

b vue dorsale : charnière valve droite

c vue dorsale : charnière valve gauche

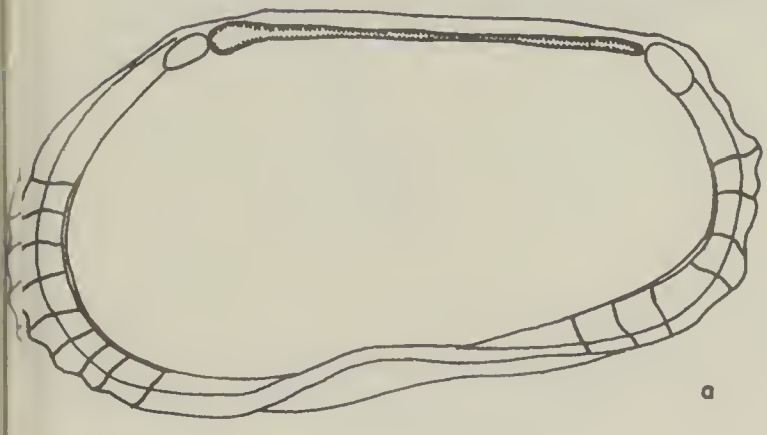




fig. 2 forme du groupe V

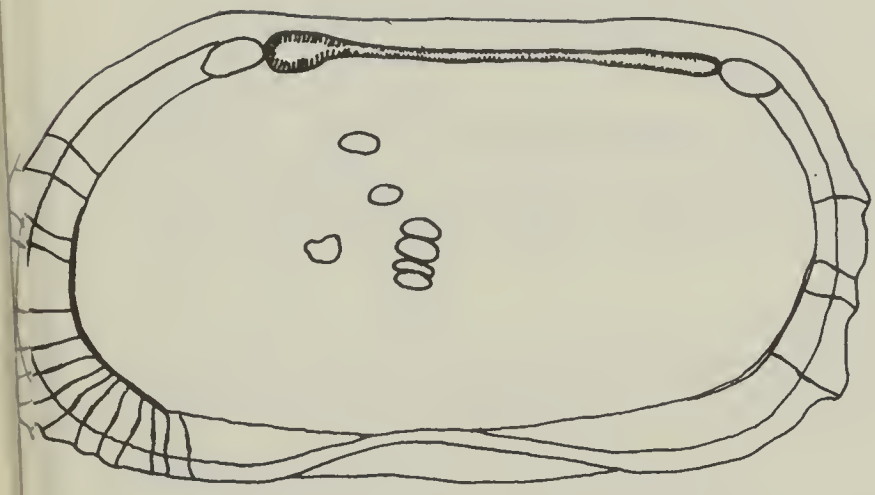
a vue latérale : valve droite

b vue dorsale : charnière droite

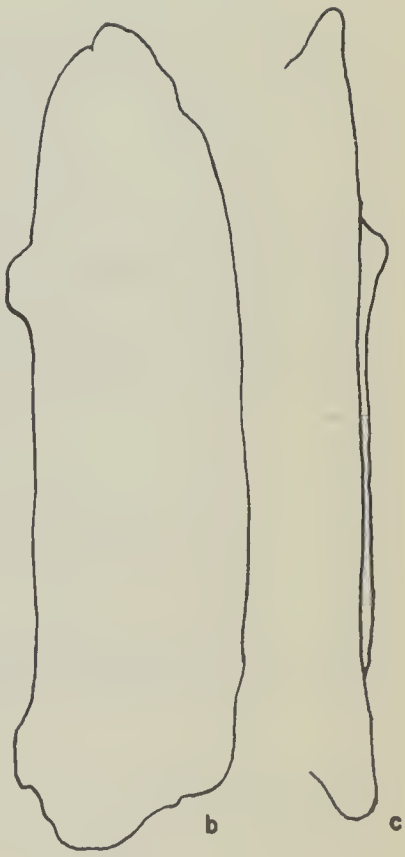
c vue dorsale : charnière gauche

0,1 mm.

Planche V

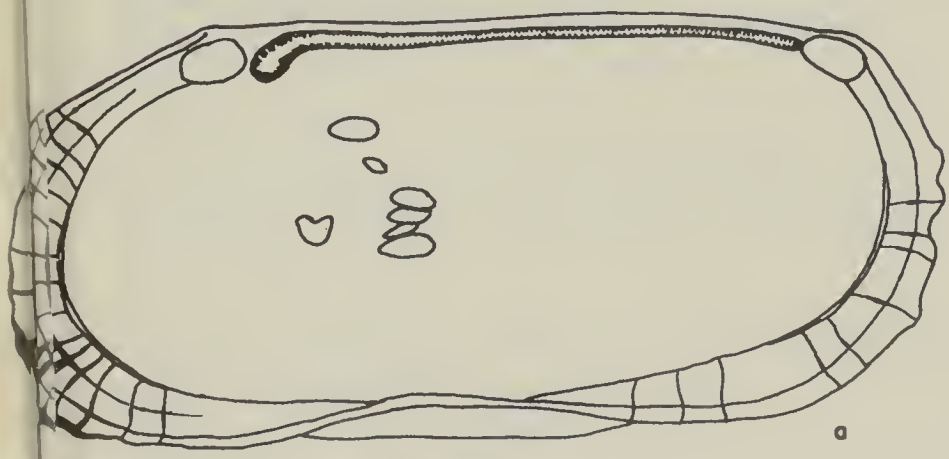


a

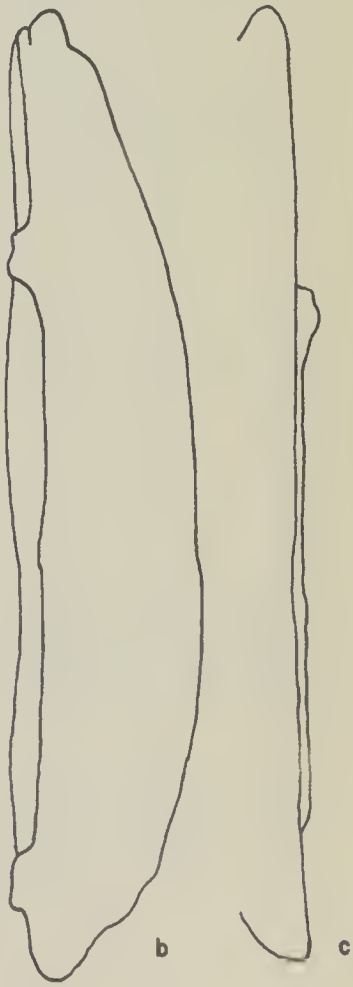


b c

fig. 1 forme du groupe VI
a vue latérale : valve droite
b vue dorsale : charnière valve droite
c vue dorsale : charnière valve gauche



a



b c

fig. 2 forme du groupe VII
a vue latérale : valve droite
b vue dorsale : charnière valve droite
c vue dorsale : charnière valve gauche

0,1 mm.

BIBLIOGRAPHIE

1 - *BOSQUET J.*, 1852
Description des Entomostracés fossiles des terrains tertiaires de la France et de la Belgique.
Académie Royale de Belgique. Extrait du t. XXIV des Mémoires couronnés, 162 p., 6 pl.

2 - *BRADY G.S.*, 1878
A monograph of the Ostracoda of the Antwerp Crag.
Trans. Zool. Soc. London, vol. 10, pt. 8, p. 379-409, pl. 62-69.

3 - *EGGER J.G.*, 1858
Die Ostrakoden der Miocän-schichten bei Ortenburg in Nieder-Bayern.
Neues Jahrb. für Min. Geog. Geol. und Petrefactenkunde. Stuttgart, p. 403-451 ; pl. 14-19.

4 - *GREKOFF N. et MOYES J.*, 1955
Un nouveau genre d'Ostracode du Bassin d'Aquitaine : Falunia girondica n. g., n. sp.
B.S.G.F., 6me sér., t. 5, p. 331-335, 1 fig., pl. XIXb, fig. 1-2.

5 - *GREKOFF N. et MOYES J.*, 1958
Falunia sphaerulolineata JONES 1856, nom nouveau pour Falunia girondica GREKOFF et MOYES 1955 (note rectificative).
C.R. Somm. S.G.F. N° 11, p. 236.

6 - *KEY A.J.*, 1957
Eocene and oligocene Ostracoda of Belgium.
Bruxelles Inst. Royal. Sciences Natur. Belgique, 210 p., 23 pl., 9 fig., 16 tabl. + 1 carte.

7 - *KUIPER W.N.*, 1918
Oligocäne und Miocäne Ostracoden aus den Niederlanden.
Thesis Utrecht. 90 p., 3 pl.

8 - *MORKHOVEN F.P.C.M. van*, 1962
Post-Palaeozoic Ostracoda. Their Morphology, Taxonomy and Economic Use. Vol. I, General. Amsterdam. Elsevier Publ. Cy., 204 p., 79 fig., 8 tabl., 1 tabl. h.t.

9 - *MORKHOVEN F.P.C.M. van*, 1963
Post-Palaezooic Ostracoda. Their Morphology, Taxonomy and Economic Use. Vol. II. Generic descriptions. Amsterdam, Elsevier Publ. Cy., 478 p., 763 fig.

10 - *POKORNY V.*, 1955
Contribution to the morphology and taxionomy of the subfamily Hemicytherinae PURI.
Univ. Carolinae. Geologica III, p. 3-35, 19 fig.

11 - *REUSS A. E.*, 1850
Die fossilen Entomostraceen des österreichischen Tertiärbeckens.
Naturw. Abhandl. Wien. p. 41-92, pl. VIII-XI.

12 - *RUGGIERI G.*, 1953
Eta e faune di un terrazzo marino sulla costa Ionica della Calabria.
Giornale di Geologia. Museo Geologico. Bologna, sér. 2, vol. 23, p. 20-144, pl. 1-6, 3 fig.

13 - *RUGGIERI G.*, 1962
"Gli Ostracodi marini del Tortoniano (Miocene medio-superiore) di Enna, nella Sicilia centrale.
Palaeontogr. ital., t. 56, N° 2, p. 1-68, pl. XI-XVII, 15 fig. dans le texte.



TABLE DES MATIÈRES

Pages

A. RECHINIAC Étude minéralogique des principales formations détritiques du paléogène Aquitain 1

C. BERGER et J. MOYES Étude d'une population de Falunia Plicatula (Reuss) s. l. dans un falun du miocène inférieur bordelais 51

BRITISH MUSEUM
24 APR 1970
NATURAL HISTORY

Imprimerie C.R.D.P. Bordeaux